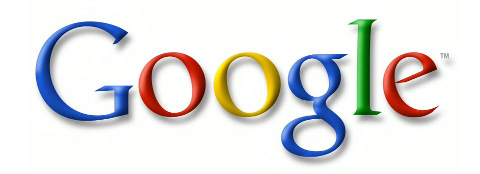
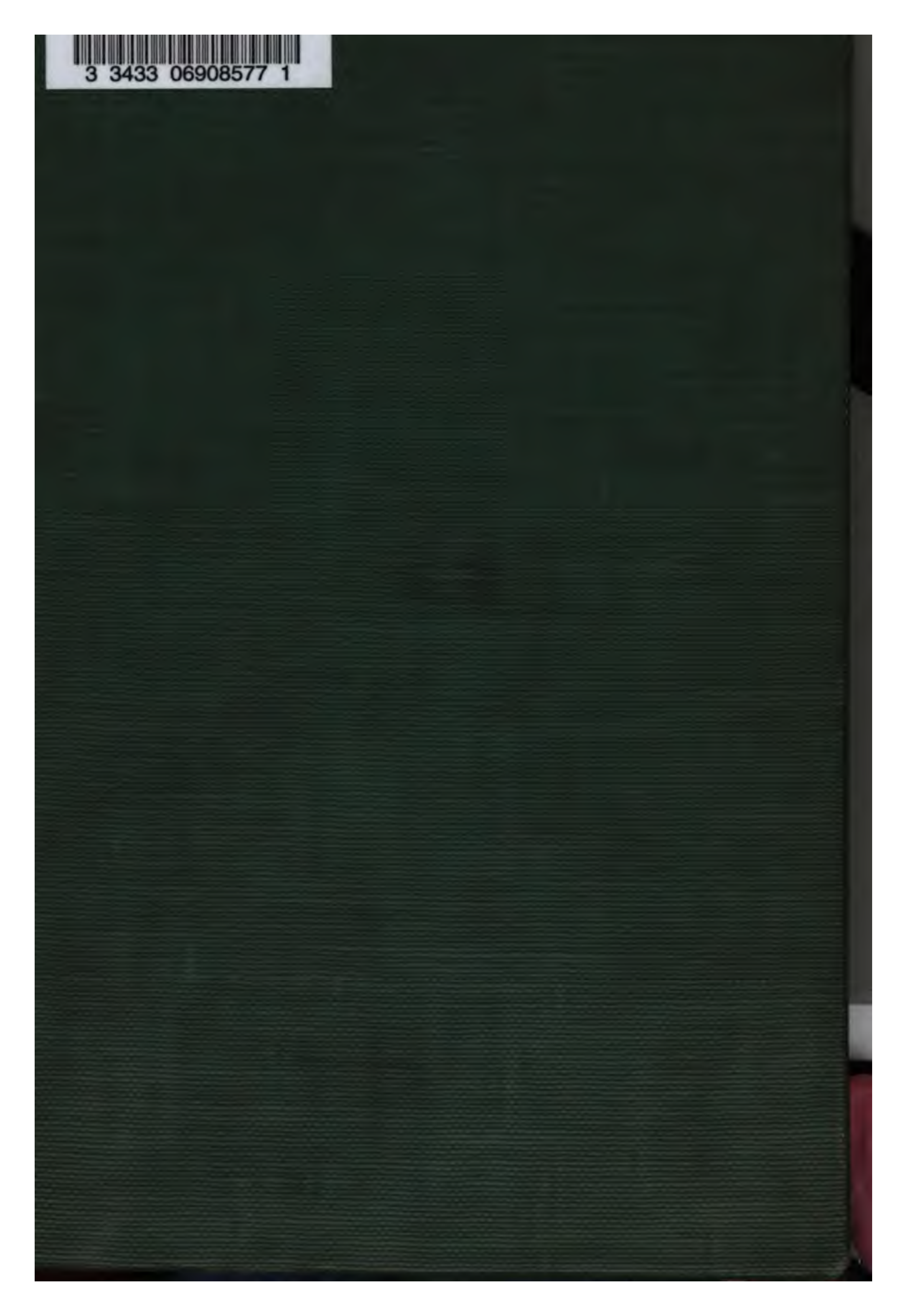



3 3433 06908577 1













Crystallography

18

ZEITSCHRIFT

FÜR

KRYSTALLOGRAPHIE

UND

MINERALOGIE

UNTER MITWIRKUNG

ZAHLREICHER FACHGENOSSEN DES IN- UND AUSLANDES

HERAUSGEGEBEN

VON

P. GROTH.

ACHTZEHNTER BAND.

MIT 5 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN UND 162 FIGUREN IM TEXT.

LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1891.

Inhaltsverzeichniss des achtzehnten Bandes.

Heft I. (Geschlossen am 20. April 1890.)

Heft IV. (Geschlossen am 16. August 1890.)

Heft V. (Geschlossen am 6. September 1890.)

I. Cölestin von Mineral County, West Virginia.

Von

Georg H. Williams in Baltimore, Md.

(Mit 11 Holzschnitten.)

Ein bedeutenderer Einschnitt an der Linie der West-Virginia-Central-Eisenbahn hat unlängst eine grössere Zahl Cölestinkrystalle zu Tage gefördert, welche ihres ungewöhnlichen Habitus, ihrer bedeutenden Grösse und schönen Farbe wegen, werth sind beschrieben zu werden. Der ungefähr eine engl. Meile lange Aufschluss durchschneidet einen steilen Abhang aus unterem Helderberg-Kalkstein, welcher die Westflanke des Knobly-Berges bildet, zwischen dem vierten und fünften Meilensteine südlich von Cumberland, Maryland. Der Fundort der bis jetzt entdeckten Krystalle liegt eben ausserhalb der Grenze des Staates Maryland, und da der Potomac-River hier so nahe an den Fuss des Berges herantritt, so musste künstlich genügender Raum für die Eisenbahn geschaffen werden.

Das durch diesen Einschnitt blossgelegte Gestein ist ein fast horizontaler, dickgeschichteter, thoniger Kalkstein ähnlich dem, zur Cementfabrication dienenden, von Cumberland und Hancock in Maryland. Die Krystalle finden sich in flachen, linsenförmigen Hohlräumen oder Drusen dieses Gesteines, welche in ihren Dimensionen zwischen 1 Fuss bis 1 Meter Durchmesser und 3 bis 7 Zoll Höhe schwanken und einzig auf zwei oder drei der vielen, den Abhang aufbauenden Schichten beschränkt sind. Augenscheinlich rühren dieselben von früheren Concretionen her und sind nun theilweise leer und theilweise mit Lehm erfüllt. Die Cölestinkrystalle haften nun entweder an den Wänden dieser Hohlräume oder sie liegen theils einzeln, theils zu Gruppen verwachsen lose in dem Lehm. Diese letzteren sind die bestausgebildetsten, da sie meist doppelte Endigung aufweisen. Als Begleitmineralien fanden sich winzige Kalkspathkryställchen der Com-

bination ∞R, $-\frac{1}{2}R$, ausserdem beherbergten diese eiförmigen Hohlräume nur noch Gyps in winzigen Kryställchen, welche oft den Cölestin incrustiren, besonders gegen dessen scharfe Enden hin.

Die Cölestinkrystalle schwanken in ihrer Grösse von weniger als 1 mm bis zu 3 Zoll und mehr und erreichen eine Dicke bis zu 2 Zoll. Die Farbe ist tiefblau bis zu den schwächsten Abtönungen. Einige Krystalle sind farblos, zahlreiche der kleinsten und mittelgrossen auch klar und durchsichtig; die überwiegende Mehrzahl aber ist mehr oder weniger opak durch eingeschlossene Verunreinigungen. Der Thon, in welchem die Krystalle sich augenscheinlich gebildet haben, ist nämlich in grosser Menge in denselben eingelagert.

Die auffallendste Eigenthümlichkeit des Cölestins dieses Vorkommens ist der Habitus seiner Krystalle; derselbe ist ein für dieses Mineral ungewöhnlicher, pyramidaler, bedingt durch das Vorherrschen der spitzen Brachypyramide $\chi = \{144\}\breve{P}4$. Ein grosser Theil der Krystalle, namentlich der kleineren, zeigt dieselbe als einzige Form, welche dann durch Abrundung der Flächen ein linsenförmiges Aussehen erhalten (s. Fig. 6). Andere Krystalle zeigen auch noch weitere Formen in Combination mit obengenannter Pyramide. Diese sind nach ihrer Häufigkeit und Wichtigkeit geordnet die folgenden: $a\{100\}\infty\bar{P}\infty$, $d\{102\}\frac{1}{2}\bar{P}\infty$, $c\{001\}0P$, $o\{011\}\breve{P}\infty$ und $m\{110\}\infty P$ (Fig. 1 und 2). Unter diesen Formen ist d die einzige, deren Flächen glatt und glänzend genug sind, um befriedigende Messungen zu gewinnen. a ist stets parallel der Verticalaxe gestreift, wahrscheinlich durch oscillatorische Combination mit m. Die Hauptspaltfläche c ist, wenn sie vorkommt, durchweg uneben und drusig. o erscheint meist nur als Abrundung der Kanten $(144):(\bar{1}44)$, gab aber in einigen Fällen einen leidlichen Reflex. m tritt nur sehr selten auf und ist alsdann so schlecht entwickelt, dass seine Feststellung zweifelhaft ist.

Die nachstehenden, mit dem Reflexionsgoniometer gemessenen Winkel sind, infolge der schlechten Beschaffenheit aller Flächen, ausser jenen von d, ungenügend. Zum Vergleiche sind, da keine zur Berechnung des Axenverhältnisses brauchbaren Werthe erhalten werden konnten, die von Auerbach*) berechneten Winkel beigesetzt.

	Gemessen:	Auerbach:
$o : o = (011):(0\bar{1}1) =$	103° 33′	104° 8′ 14″
$d : d = (102):(10\bar{2}) =$	78 34	78 49
$d : c = (102):(001) =$	40 3	39 24½
$\chi : o = (144):(011) =$	13 10 — 14° 48′	14 12 16
$\chi : \chi = (144):(\bar{1}44) =$	29 40 — 26 50	28 24 32

*) Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1869, **59**, 549.

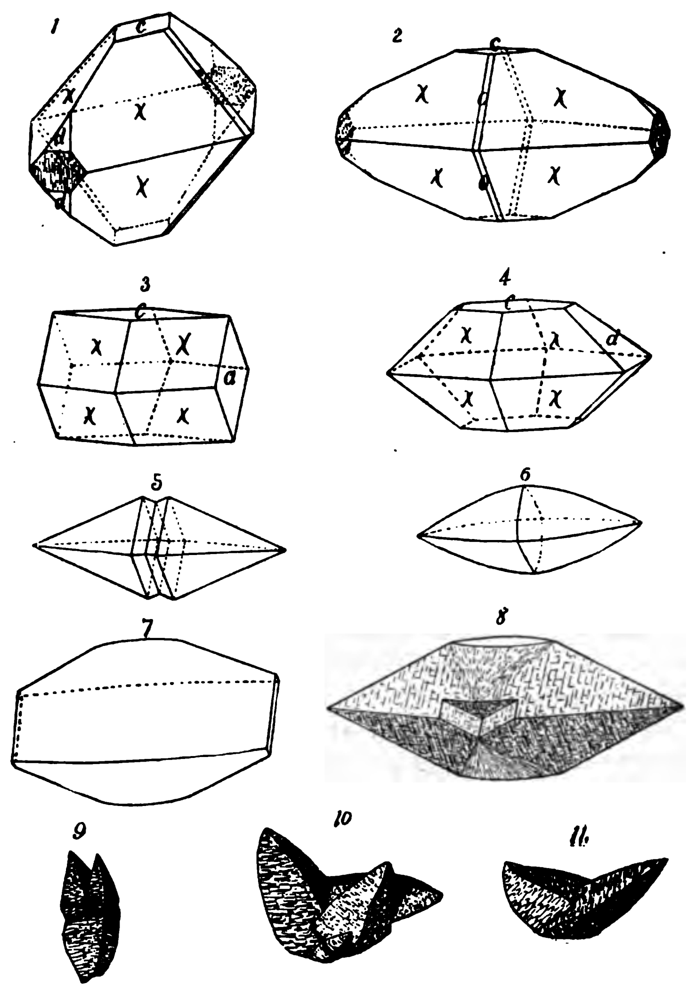


Fig. 1. Combination: $\chi\{144\}\breve{P}4$, $a\{100\}\infty\bar{P}\infty$, $c\{001\}0P$, $d\{102\}\frac{1}{2}\bar{P}\infty$, $o\{011\}\breve{P}\infty$ (Miller'sche Stellung).

Fig. 2. Derselbe Krystall 90° um die c-Axe gedreht in die von v. Lang für den Anglesit angenommene Stellung. Diese lässt die Formen dieser Cölestinkrystalle besser überblicken und ist daher auch in allen folgenden Figuren beibehalten.

Fig. 3. Exceptionelle Combination χ, a und c.

Fig. 4. do. do. χ, c und d.

Fig. 5. Parallelverwachsung zweier Krystalle.

Fig. 6. Nur die Form χ zeigender Krystall, linsenförmig durch Abrundung der Flächen.

Fig. 7. Verzerrter Krystall, mit χ, a und einer gerundeten Fläche, entsprechend o.

Fig. 8. Von χ und c begrenzter Krystall mit einer conisch gerundeten Fläche an Stelle von o.

Figg. 9, 10 und 11. Gruppen, Wachsthumserscheinungen und Flächenbeschaffenheit zeigend.

Die Schwankungen der Winkelwerthe für χ beruhen auf dem äusserst gerundeten Charakter der Flächen dieser Form und auf stets vorhandenen Erhöhungen (s. Fig. 8, 9, 10 und 11). Durch Messung mit dem Handgoniometer wurde an den grösseren Krystallen der Winkel $(144):(\bar{1}44)$ zwischen $29\frac{1}{2}^0$ und $27\frac{1}{2}^0$, im Mittel zu $28\frac{1}{2}^0$, gefunden, was hinlänglich genügt, um das Symbol der vorherrschenden Form festzustellen, da der entsprechende Winkel für die Pyramide $\{155\}\breve{P}5 = 22^0 53'$ und für $\{133\}\breve{P}3 = 37^0 13'$ ist.

Die Wachsthumsunregelmässigkeiten, welche die Flächenbeschaffenheit beeinträchtigen, scheinen dagegen keinerlei Einfluss auf die innere Homogenität ausgeübt zu haben, wie dies durch die optische Untersuchung zu erkennen ist. Ein Schliff parallel dem Makropinakoid a zeigt eine vollständig normale Interferenzfigur. Der Winkel der optischen Axen, in Thoulet'scher Lösung vom spec. Gew. 2,922 gemessen, ergab sich für:

$$Li\text{-Licht } 2H_a = 49^0\ 4'$$
$$Na\text{- - } 2H_a = 49\ \ 28$$

Nach der von Goldschmidt*) gegebenen Curve ist der Brechungsexponent der Lösung für $Li = 1{,}666$ und für $Na = 1{,}675$, man erhält daher, den mittleren Brechungsexponent β des Cölestins für Li und Na zu 1,621 resp. 1,624**) angenommen, für den wahren Winkel der optischen Axen folgende Werthe:

$$\text{für } Li\text{-Licht } 2V_a = 49^0 18'$$
$$\text{- } Na\text{- - } 2V_a = 49\ \ 54$$

Nach Herrn W. F. Hillebrandt, welcher die Krystalle chemisch untersuchte, bestehen dieselben aus Strontiumsulfat, in welchem nur spectroskopisch eine Spur Baryum nachgewiesen werden konnte; ausserdem enthalten sie noch 0,12 % CaO. Der Kalkstein wurde ebenfalls analysirt und darin bedeutende Mengen von Strontiumsulfat aufgefunden, woraus hervorgeht, dass derselbe auf eine ziemliche Strecke stark mit Cölestin imprägnirt ist.

Cölestinkrystalle von derartigem pyramidalen Habitus sind nicht gewöhnlich, doch von verschiedenen Fundorten beschrieben. Bei den meisten derselben ist die vorherrschende Form die Brachypyramide $\varphi\{133\}\breve{P}3$. Dahin gehören beispielsweise die Krystalle aus dem Mergel vom Montmartre und von Bougival bei Paris***), welche Haüy »Apotome« nannte, sowie die von ihm als »Dioxynite« bezeichneten Krystalle von Meudon aus der-

---

*) Neues Jahrb. für Min. etc. 1881, Beil.-Bd. 1, Taf. 7. S. diese Zeitschr. 7, 306.

**) Arzruni, diese Zeitschr. 1877, 1, 179. — Babcock, N. Jahrb. f. Min. etc. 1879, 838. S. diese Zeitschr. 5, 395.

***) Traité de minéralogie, 2de éd., 1822, 2, 33. Atlas, Taf. 43, Fig. 81.

selben Gegend*). Ferner beschrieben noch ähnliche Krystalle: Sucrow**) und Schmidt***) aus dem Muschelkalke von Dornburg bei Jena; von Lasaulx solche von Girgenti†) und Groth solche von Hall in Tyrol††).

Die Brachypyramide $\chi\{144\}\breve{P}4$ erwähnen erstmals Brooke und Miller†††); seitdem wurde sie noch beobachtet von Auerbach: an Krystallen von Dornburg und Montecchio*†), von Groth an solchen von Pschow in Schlesien**†) und von Hauer***†) an Krystallen aus dem Banat.

Als vorherrschende, den Habitus bedingende Form wurde diese Pyramide zuerst von von Lasaulx (1878) angegeben†*). Das von diesem Autor beschriebene Vorkommen aus dem Mergel von Ville-sur-Saulx, Dept. Haute-Marne in Frankreich, scheint der Beschreibung nach zu urtheilen, grosse Aehnlichkeit mit dem oben beschriebenen Vorkommen von Mineral Co., West Virginia, zu besitzen.

Es mag noch bemerkt werden, dass die von Krenner†**) beschriebenen pyramidalen Krystalle von Anglesit eines ungarischen Vorkommens oft einen sehr ähnlichen pyramidalen Habitus zeigen, wie die obigen Cölestine, nur mit dem Unterschiede, dass die vorherrschende Form die Pyramide $\pi\{155\}\breve{P}5$ ist.

Die Krystalle des westvirginischen Cölestins gewinnen noch weiteres Interesse durch ihre grosse Uebereinstimmung, sowohl bezüglich der Form, als der Flächenbeschaffenheit, mit den bekannten Pseudomorphosen von Sangerhausen, welche ihrerseits, wie Clarence, King und E. S. Dana†***) zeigten, die grösste Aehnlichkeit mit dem »Thinolith« der eingetrockneten Seebassins des amerikanischen Westens besitzen. Die Pseudomorphosen von Sangerhausen sind allgemein auf Gaylussit bezogen worden, nur Des Cloizeaux bezieht sie ungeeigneter Weise auf die von Haüy »Apotome« genannte Cölestinvarietät§).

---

*) Ebenda, p. 35. Atlas, Taf. 44, Fig. 85. Vergl. Schrauf's Atlas der Krystallformen, V. Lieferung, 1876.

) Pogg. Ann. 1833, **29, 504, Taf. 1, Fig. 16.

***) Ebenda, 1863, **120**, 637.

†) Neues Jahrbuch für Min. etc. 1879, 509.

††) Mineraliensammlung der Universität Strassburg 1878, 146.

†††) Mineralogy 1852, 527.

*†) Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1869, **59**, 580 und 588.

**†) Mineraliensammlung der Universität Strassburg 1878, 146.

***†) Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1879, 216. Vergl. diese Zeitschr. **4**, 634.

†*) Sitzungsber. d. schles. Ges. für vaterländische Cultur 1879, Nov. 19. Diese Zeitschr. **6**, 203.

†**) Diese Zeitschr. 1877, **1**, Tafel 15.

†***) A Crystallographic Study of the Thinolite of Lake Lahontan. Bull. U. S. Geol. Survey, No. 12, 1884. Diese Zeitschr. **8**, 598.

§) Ann. Chim. et phys. 1843, (3) **7**, 489; Manuel de Minéralogie 1874, **2**, 119.

Die grosse Uebereinstimmung der Formen der westvirginischen Cölestine und jener der Sangerhauser Pseudomorphosen ergiebt sich aus dem Vergleiche der vorhergehenden drei letzten Figuren mit den Figg. 26, 31 und 32 in Dana's Arbeit. Schliesslich ist aus denselben auch die Aehnlichkeit mit den von Haüy*) beschriebenen, aus der Umgegend von Paris stammenden Cölestinen, von welchen er sagt, dass sie ebenso in »flachen, eiförmigen Massen« vorkommen, zu erkennen.

---

*) Traité, 2e éd. 2, 37 (1822).

II. Ueber die Mineralfundstätte von Branchville, Connecticut.

Fünfte Abhandlung.

Von

G. J. Brush und **Edw. S. Dana** in New Haven.

(Mit 6 Holzschnitten.)

Mit Analysen einiger Manganphosphate von **H. L. Wells.**

Es sind nun nahezu zwölf Jahre her, seit wir unsere erste Abhandlung über die Mineralien von Branchville veröffentlichten*). Als Grundlage zu unseren damaligen Arbeiten diente uns ein Material, welches Herr Fillow etwa zwei Jahre vorher beim Schürfen auf Glimmer gewonnen hatte. Es bestand aus einer Reihe von genanntem Herrn mit grosser Aufmerksamkeit ausgewählter und aufbewahrter Mineralien, welche wir so bemerkenswerth reich an Manganphosphaten fanden und unter ihnen eine Anzahl neuer und interessanter Species**).

---

*) S. diese Zeitschr. **2**, 529; II. Abhandl. **3**, 577; III. Abhandl. **4**, 69; IV. Abhandl. **5**, 191.

**) Es mag hier wiederholt werden, dass, wie wir in unseren Untersuchungen zeigten, ausser Apatit, Amblygonit und einigen anderen folgende Phosphate auftreten:

Lithiophilit, ein Mangan-Triphylin, wesentlich $Li\,Mn\,PO_4$; derbe, spaltbare Massen, lachsfarben bis nelkenbraun.

Eosphorit, ein Mangan-Childrenit, wesentlich $Mn\,Al(OH)\,PO_4 + 3H_2O$; rhombische Krystalle und derbe Massen von blassrother Farbe.

Triploidit, dem Triplit sich nähernd, wesentlich $Mn(Mn\,OH)\,PO_4$; in faserigen Aggregaten und monosymmetrischen Krystallen, isomorph mit Wagnerit.

Dickinsonit, ein Mangan-Eisen-Natriumphosphat, in glänzenden, grünen, chloritähnlichen, blätterigen Aggregaten, sehr selten in pseudorhomboëdrischen Krystallen.

Reddingit, $(Mn, Fe)_3\,PO_4 + 3H_2O$; blassrothe, rhombische, dem Skorodit nahe stehende Krystalle, auch derbe Massen.

Während der Jahre 1878 und 1879 veranstalteten wir umfassende Nachgrabungen nach diesen Mineralien am Fundorte; aber die Stelle, welcher die interessantesten Stücke entstammten, erwies sich als so ungünstig gelegen, ungefähr 10 Fuss oder mehr unter der Grundsohle, dass wir nur einen theilweisen Erfolg aufzuweisen hatten. Einige unserer Resultate sind in den früheren Abhandlungen mitgetheilt.

Vielleicht das wichtigste Ergebniss unserer früheren Nachforschungen war der Erweis grosser Mengen von Kali-Feldspath (Mikroklin) und Quarz in dem Gange, — in der That hatten wir, ehe wir die Grabungen einstellten, einige hundert Tonnen dieser Mineralien zu Tage gefördert. Da dieses Material von ausgezeichneter Beschaffenheit für technische Zwecke war, und der Vorrath sehr gross schien, so wurden sofort Unterhandlungen gepflogen zwischen Herrn Fillow, dem Besitzer des Grundstückes, und den Herren Smith von den Union Porcelain Works von Greenpoint, New York, welche im Jahre 1880 zum Verkaufe des genannten Bruches an diese Herren führten. Seit dieser Zeit wurde der Abbau von Feldspath und Quarz ununterbrochen und mit gutem Erfolge fortgesetzt und sind bis jetzt, wie uns Herr Fillow mittheilt, ungefähr drei- bis viertausend Tonnen Feldspath und 4000 Tonnen Quarz verladen worden. Dieses Abkommen hat nun auch für die Wissenschaft grossen Erfolg gehabt, da die Herren Smith freigebigst alles Material zu unserer Verfügung stellten, welches nicht von technischem Werthe war, und ausserdem Herr Fillow mit regem Interesse und scharfem Blicke bei täglicher Gegenwart dafür sorgte, dass Alles, was die Localität ergab, der Wissenschaft erhalten wurde.

Die bedeckende Erde wurde bald hinweggeschafft und das Gestein bis zu solcher Tiefe, als die Wasserhaltung es erlaubte, eröffnet; seitdem ist die Wasserstrecke zu wiederholten Malen tiefer gelegt worden, bis endlich im Sommer 1888, zehn Jahre nach unseren ersten Nachgrabungen, der lange erwartete Zeitpunkt herankam und die tiefste Stelle erreicht wurde, von welcher der erste Fund von Phosphaten stammte*).

Aber auch in der Zwischenzeit war der Bruch nicht unproductiv, und der Inhalt unserer III. Abhandlung über gewisse Ablagerungen von Lithiophyllit, Eosphorit und andere damit vergesellschaftete Mineralien, sowie der unserer IV. Abhandlung über den Spodumen und seine Zersetzungsproducte, zeigen theilweise, was gewonnen wurde. Ausser den in den ge-

---

Fairfieldit, ein Mangan-Calciumphosphat $(Ca, Mn)_3 P_2 O_8 + 2 H_2 O$; triklin, gewöhnlich in blätterigen Massen von weisser und gelblicher Farbe und perlmutter- bis diamantartigem Glanze.

Fillowit, Phosphat von *Mn*, *Fe*, *Ca* und *Na*, in körnigen Aggregaten monokliner Krystalle von honiggelber Farbe und harz- bis diamantartigem Glanze.

*) Es mag bemerkt werden, dass die Tiefe der Erschliessung einige 40 Fuss erreicht hat bei ungefähr 160 Fuss auf 40 Fuss Länge und Breite.

nannten Abhandlungen erwähnten Mineralien hat die Fundstätte zu verschiedenen Zeiten eine beträchtliche Menge Uraninit geliefert, theilweise in oktaëdrischen Krystallen vom spec. Gew. 9,3, welche von Comstock*) chemisch untersucht worden sind. Mit dem Uraninit zusammen fanden sich ferner noch zwei oder mehr Uraniumphosphate, welche aber noch nicht näher studirt wurden. Ausser diesen wurden beträchtliche Mengen Columbit, zusammen mehr als 500 Pfd. zu Tage gefördert. Derselbe findet sich in krystallinischen Massen und theilweise auch in wohl entwickelten Krystallen und Gruppen parallel verwachsener Krystalle von beträchtlicher Grösse. Er hat das spec. Gew. 5,73 und enthält, wie die von T. B. Osborne**) ausgeführte Analyse zeigte, 19,2 % Ta_2O_5. Eine zweite Columbitvarietät in röthlichbraunen, durchscheinenden und gewöhnlich auf dem Spodumen aufgewachsenen Krystallen, ist, wie Comstock***) gezeigt hat, dadurch besonders interessant, dass sie Mangan und keine merkliche Menge Eisen enthält, sowie dass das Niobium und Tantalium im Verhältniss 1 : 1 zugegen ist; das spec. Gew. ist 6,59. Als weitere bemerkenswerthe Funde sind zu verzeichnen: das reichliche Vorkommen eines Minerals, sowohl derb als in undeutlichen Krystallen, welches Aehnlichkeit mit dem Cyrtolith besitzt, aber noch nicht näher untersucht wurde; ferner zum Theil wohlkrystallisirter Rauchquarz, welcher durch seinen Reichthum an Flüssigkeitseinschlüssen (CO_2 u. s. w.) ausgezeichnet ist und von Hawes und Wright†) mikroskopisch und chemisch beschrieben wurde; Beryll in grossen säuligen Massen, zuweilen zwei und mehr Fuss lang, sowie schön krystallisirter Albit. Apatit in mannigfaltigen Formen, eine dunkelblaugrüne Varietät enthält, wie Penfield††) nachwies, 10,6 % MnO; andere Varietäten sind krystallographisch interessant und gleichen den Schweizer Krystallen in Habitus und Formenreichthum. Glimmer, in technich verwerthbarer Form, wurde in beschränkterer Menge (ca. 300 Pfd. geschnittene Platten) angetroffen; die häufigste Varität bildet gekrümmte Tafeln mit glatten, convexen, uhrglasähnlichen Oberflächen. Diese Aggregate haben eine strahlige und concentrische Structur. Glimmer dieses Vorkommens hat Rammelsberg†††) analysirt.

Die wichtigsten Funde indessen wurden im Sommer 1888 und 1889 gemacht, wo beträchtliche Mengen von Manganphosphaten zu Tage gefördert wurden. Das Ergebniss war ein äusserst befriedigendes, indem wir, mit Ausnahme eines einzigen, alle seit 1878 beschriebenen neuen Species (siehe

*) Americ. Journ. Sc. 1880, **19**, 220; diese Zeitschr. **4**, 615.
) ebenda 1885, **30, 336; ebenda **12**, 503.
***) ebenda 1880, **19**, 131; ebenda **4**, 617.
†) ebenda 1881, **21**, 203, 209; ebenda **6**, 111.
††) ebenda 1880, **19**, 367; ebenda **5**, 508.
†††) Jahrb. f. Min. 1885, **2**, 224; diese Zeitschr. **13**, 62.

Seite 7) wiederfanden, darunter einige, welche wir überhaupt nicht mehr hofften anzutreffen. Ferner ein neues Glied der Triphylingruppe, ein Natrium-Manganphosphat, welches wir »Natrophilit« nennen werden; ausserdem haben wir ein anderes Manganphosphat identificirt, und zwar eines, welches wir von Anfang an zu finden hofften, nämlich den seltenen Hureaulit, welcher bis jetzt nur sicher von Limoges, Gemeinde Hureaux, in Frankreich bekannt war.

Die allgemeine Art des Vorkommens ist eine solche, dass unsere in einer früheren Abhandlung ausgesprochene Ansicht, wonach der Mangan-Triphylin oder Lithiophylit das Stammmineral ist, bestätigt wurde. Der letztere ist zweifellos ein ursprüngliches Gangmineral und als solches innig vergesellschaftet mit dem Albit, Quarz und Spodumen. Mit ihm und zuweilen in ihn eingewachsen findet sich Triploidit, welcher ebenfalls ein ursprüngliches Mineral zu sein scheint.

Die Lithiophilitmassen sind in der Regel unzersetzt und zeigen nur an der Oberfläche oder an Bruchflächen gelegentlich eine Haut eines glänzenden, blauen krystallisirten Minerals in winziger Menge, von Vivianit-ähnlichem Aussehen. In einigen wenigen Fällen wurde auch eine ausgesprochene, wenngleich sehr unvollkommene Krystallform beobachtet und daran die Flächen (110), (120), (021) festgestellt; einer dieser undeutlichen Krystalle ist nicht weniger als 18 Zoll lang und wiegt 15 Pfd. Die gemessenen Winkel sind zwar bloss angenäherte, aber immerhin von Interesse, als sie zeigen, dass die Form des Lithiophilit, wie anzunehmen war, dieselbe ist, wie die des Triphylin. Ein kleinerer Krystall, welcher schon vor Jahren gefunden worden war, gleicht der Fig. 450 in Dana's System.

	Lithiophilit:	Triphylin (Tschermak):
$(110):(1\bar{1}0)$	$= 48^0$	47^0
$(110):(120)$	$= 17 - 18^0$	$17\ 31'$
$(010):(021)$	$= 42$	$43\ 31$

Der Winkel des Spaltungsprismas $(110):(1\bar{1}0)$ wurde zu $48^0\,30'$— 49^0 gefunden. Zuweilen ist der Lithiophylit äusserst zersetzt, was besonders bei einigen der grossen nierigen Einschlüssen des Ganges der Fall ist. An diesen Massen kann der Uebergang vom vollständig frischen Lithiophilit durch eine Zone, in welcher der grüne Chlorit-ähnliche Dickinsonit mehr oder weniger deutlich vertreten ist, bis zum Hureaulit deutlich verfolgt werden. Diese Umwandlung von Lithiophilit in Hureaulit ist oft zu beobachten und unter dem Mikroskope zeigt sich die Durchdringung beider Mineralien recht gut in Schliffen parallel der basischen Spaltbarkeit. Eine schmale Zone von Eosphorit durchschneidet öfters den Hureaulit. Zuweilen findet man mit dem Dickinsonit zusammen auch Fairfieldit in klaren, blätterigen Massen, sowie auch hellrothe Krystalle und krystallinische Massen von Reddingit.

Es ist nicht möglich, eine allgemeine Regel bezüglich der Reihenfolge des Vorkommens oder der Art des Zusammenvorkommens dieser Mineralien aufzustellen. Im Gegentheil, sie finden sich dicht zusammen, bald das eine, bald das andere vorherrschend, und es ist gar nicht ungewöhnlich, fünf oder sechs dieser Phosphate in charakteristischer Form auf einem einzigen Handstücke von nur wenigen Zoll Oberfläche beisammen zu finden. An einem Specimen fanden wir z. B. an der einen Seite Lithiophilit und Triploidit, dann Hureaulit und Natrophilit, durchdrungen von einer schmalen Zone Eosphorit und wiederum Lithiophilit. Wieder ein anderes Stück aus dem Inneren einer nierenförmigen Masse zeigt äusserlich Albit, dann eine noch nicht beschriebene, durch Oxydation geschwärzte Zone mit etwas Dickinsonit, alsdann deutliche, blätterige Massen desselben Minerals mit Einschlüssen von Natrophilitflecken, darauf Hureaulit reichlich, mit Fairfieldit und etwas Reddingit und schliesslich noch unzersetzter Lithiophilit.

Vieles von dem Materiale ist von schwer zu beschreibendem, problematischem Charakter und stellt innige Gemenge, zuweilen von Eosphorit und Quarz, wie wir sie früher beschrieben, oder von anderen, undeutlich ausgebildeten Phosphaten dar. Typische Stücke der verschiedenen Species sind so charakteristisch als man es überhaupt nur wünschen kann, so dass sie ohne weiteres erkannt werden können, andere, weniger charakteristische dagegen gleichen sich so vollkommen, dass ihre Identificirung oft eine sehr schwere Sache ist. Es mag noch bemerkt werden, dass auch mancher Triploidit nur sehr schwer durch blosses Ansehen von einem, ihn begleitenden derben, rothen Granat unterschieden werden kann, während der Fairfieldit dem Albit ähnlich scheint; in solchen Fällen entscheidet aber sofort eine einfache Härteprüfung. Wir gehen nun zu der näheren Beschreibung einiger der interessantesten der untersuchten Species über.

Natrophilit.

Das Natrium-Mangan-haltige Glied der Triphylingruppe, welchem wir den Namen »Natrophilit« gegeben haben, konnten wir nur in dem während des letzten Sommers gesammelten Materiale auffinden. Er kommt nur spärlich und gewöhnlich innig vergesellschaftet mit Lithiophilit vor, mit welchem er auch bei nur oberflächlicher Betrachtung verwechselt werden kann, obschon unterscheidende Merkmale nicht fehlen. Meistens bildet er spaltbare Massen, mit oft breiten Spaltflächen von zuweilen perlmutterartigem Glanze. Kleinere Körner finden sich dann und wann in den spaltbaren Massen eingelagert und diese zeigen zuweilen eine mehr oder weniger deutliche Krystallform. An einem derselben konnten die gewöhnlichen Flächen des Triphilin festgestellt werden: {110}, {120}, {021} und {001} (Spaltbarkeit). Genaue Messungen waren nicht möglich, doch sind dieselben hinreichend, um die Form zu bestimmen, nämlich:

	Natrophilit:	Triphilin:
$(110):(1\bar{1}0)$	$= 50^{\circ}30'$	47°
$(120):(1\bar{2}0)$	$= 87$	$82\ \ 1'$
$(001):(032)$	$= 47 - 49^{\circ}$	$46\ \ 29$

Die Krystallform stimmt also, wie zu erwarten war, mit Triphilin und Lithiophilit überein, auch optisch ist dies, soweit beobachtet wurde, der Fall. Die optischen Axen liegen in der Basis und die spitze (positive) Bisectrix steht normal zum Brachypinakoid. Die charakteristische basische Spaltbarkeit ist stets eine ausgezeichnete Eigenschaft dieses Minerals, während die brachydiagonale nach (010) weniger vollkommen ist, als beim Lithiophilit, die prismatische Spaltbarkeit nach (110) ist eine absetzende; der gemessene Winkel beträgt 50°; in Dünnschliffen ist dieselbe deutlicher ausgeprägt. Der Bruch ist muschelig und etwas vollkommener als beim Lithiophilit. Die Farbe ist ein ziemlich tiefes Weingelb, ähnlich der der brasilianischen Topase; der Glanz Harz- bis Diamantglanz. Durch diesen letzteren sind wir auch zuerst auf das Mineral aufmerksam geworden, und ist derselbe die am meisten in die Augen fallende Eigenschaft dieses Minerals. An und für sich ist es vollkommen klar und farblos, die derben Massen sind aber brüchig und rissig. Oberflächlich ist es öfters bedeckt mit einer sehr dünnen Schicht eines nicht bestimmten Minerals von feinfaseriger Form, zarter, gelber Farbe und seidenartigem Glanze. Das nämliche Mineral durchdringt die Massen allenthalben da, wo durch Spaltbarkeit oder andere Ursache Sprünge und Risse sie durchziehen; doch sind wir ausser Stande, Näheres über die Natur desselben mitzutheilen, da dessen Menge zu spärlich ist, um eine ausreichende Untersuchung zu gestatten, — es scheint ein Manganphosphat zu sein. Es ist offenbar ein Zersetzungsproduct und scheint anzudeuten, dass der Natrophilit ziemlich leicht chemischen Veränderungen unterworfen ist. In jedem Falle aber ist dieser seideglänzende Ueberzug eine charakteristische Eigenthümlichkeit dieses Minerals, welche sofort die Aufmerksamkeit auf sich lenkt und es auch auf solchen Handstücken erkennen lässt, wo es vergesellschaftet ist mit Lithiophilit und vielleicht noch drei oder vier anderen dieser Phosphate.

Vor dem Löthrohre schmilzt der Natrophilit sehr leicht und färbt die Flamme intensiv gelb, was ihn sofort vom Lithiophilit unterscheidet, ausserdem giebt er die gewöhnlichen Manganreactionen. Die nachstehende Analyse ist von Herrn H. Wells ausgeführt. Das specifische Gewicht zweier Bruchstückchen ergab sich zu 3,40 und 3,42.

	I.	II.	III.	Mittel:			
P_2O_5	41,03	—	—	41,03 — 142		0,289 = 1	= 1
MnO	38,19	—	—	38,19 — 71	= 0,538	0,580 = 2,01	= 2
FeO	3,06	—	—	3,06 — 72	= 0,042		
Na_2O	—	16,77	16,81	16,79 — 62	= 0,271	0,279 = 0,97	= 1
Li_2O	—	0,20	0,19	0,19 — 23	= 0,008		
H_2O	—	0,40	0,45	0,43			
Unlösl.	0,81	0,81	0,81	0,81			

Die Formel ist demnach $\overset{I}{R}_2O.2\overset{II}{R}O.P_2O_5$ oder $\overset{I}{R}\overset{II}{R}PO_4$ und im wesentlichen $NaMnPO_4$. Die vorhandene Menge Eisen ist sehr gering, nur 3 %, und das vorhandene Lithium wenig mehr als eine Spur (0,2 %). Durch die Entdeckung des Lithiophilits erhält die Triphylingruppe einen wichtigen Zuwachs und wir haben nun:

Triphylin $LiFePO_4$ } verknüpft durch mannigfache
Lithiophilit $LiMnPO_4$ } Zwischenglieder $Li(Fe, Mn)PO_4$
Natrophilit $NaMnPO_4$.

Die drei Species sind, wie zu erwarten war, völlig isomorph. Der Zusammensetzung nach, sowie auch einigermassen in der Krystallform mit obigen verwandt, ist das neue Natrium-Berylliumphosphat Beryllonit $NaBePO_4$, welches der Eine von uns vor ungefähr einem Jahre beschrieben hat *).

Die Beziehung, in welcher der Natrophilit hinsichtlich seiner Abstammung zum gewöhnlichen Lithiophilit steht, bildet eine interessante Frage. Angesichts der umfassenden Veränderungen, welche, wie wir gezeigt haben, den Spodumen betroffen haben, durch welche das Lithium hinweggeführt und durch grössere oder kleinere Mengen Natrium, oder Natrium und Kalium, ersetzt wurde, ist es natürlich, anzunehmen, dass ein gleicher Process die Bildung des $NaMnPO_4$ aus $LiMnPO_4$ bewirkte, was wir sogar für sehr wahrscheinlich halten. Die begrenzte Art des Vorkommens deutet auf dieselbe Sache, obschon gleichzeitig bemerkt werden muss, dass er mit derselben Leichtigkeit, wie der Lithiophilit, in Hureaulit überzugehen scheint. Wenn er in der That aus dem Lithiophilit sich bildete, so ist diese Umwandlung wahrscheinlich vor der Bildung der meisten anderen Phosphate vor sich gegangen.

Hureaulit.

Die Entdeckung dieses seltenen Minerals ist vielleicht der interessanteste der neuesten Funde zu Branchville. Bis jetzt beschränkten sich unsere Kenntnisse des Hureaulit auf die Beschreibung der Krystalle von Limoges

---

*) Diese Zeitschr. 15, 275.

durch Dufrénoy*), und die neuere und vollständigere Arbeit von Damour und Des Cloizeaux**). Hierzu kommt nur noch eine kurze Mittheilung von Websky, wonach er sich auch wahrscheinlich, in Gesellschaft von Sarkopsid, bei Michelsdorf in Schlesien finden soll. Die von Des Cloizeaux beschriebenen Krystalle gehören drei Varietäten an, welche zweierlei Formentypen erkennen lassen, welche aber, wie Damour nachwies, die gleiche Zusammensetzung besitzen. Diese Varietäten zeigen eine violettrothe, bräunlich-orange und blassrosa Farbe. Die krystallographischen Beziehungen zu einander sind anomal und in der That wäre es schwer, einen zweiten gleich gelagerten Fall zu finden. Die Krystalle der beiden Typen haben das Grundprisma gemeinsam, sonst findet sich aber keine Fläche des einen an dem anderen, und was noch auffälliger ist, die für eine Anzahl Formen des zweiten Typus gegebenen Symbole sind äusserst complicirt. Das aus Des Cloizeaux' Fundamentalwinkel berechnete Axenverhältniss ist:

$$a : b : c = 1,6977 : 1 : 0,8887; \quad \beta = 89^0\,27'.$$

Die an den Krystallen beider Typen beobachteten Formen sind:

I. Typus:		II. Typus:	(Des Cl.):
$b\{010\}\infty\grave{P}\infty$	g (Des Cl.)	$a\{100\}\infty\bar{P}\infty$	h^1
$c\{001\}0P$	p	$m\{110\}\infty P$	m
$m\{110\}\infty P$	m	$o\{105\}-\frac{1}{5}\bar{P}\infty$	o^5
$g\{301\}-3\bar{P}\infty$	$o^{\frac{1}{3}}$	$\alpha\{\bar{1}\bar{5}.0.8\}+\frac{15}{8}\bar{P}\infty$	$a^{\frac{8}{15}}$
$e\{011\}\grave{P}\infty$	e^1	$\delta\{435\}-\frac{4}{5}\bar{P}\frac{4}{3}$	δ
$u\{\bar{3}11\}+3\bar{P}3$	u	$k\{\bar{1}\bar{9}.5.8\}+\frac{19}{8}\bar{P}\frac{19}{5}$	k
$t\{\bar{3}41\}+4\grave{P}\frac{4}{3}$	t	$x\{\bar{1}\bar{1}.9.10\}+\frac{11}{10}\bar{P}\frac{11}{9}$	x
		$\varepsilon\{\bar{9}.11.10\}+\frac{11}{10}\grave{P}\frac{11}{9}$	ε

Die Krystalle von Branchville variiren in der Farbe, gleich denjenigen von Limoges, von blassviolett zu röthlichbraun und tief orangeroth. Der Habitus der Krystalle ist indessen nahezu constant und, soweit unsere Messungen ergaben, auch die Winkel; sie entsprechen dem zweiten Typus der Krystalle von Limoges. Die Krystalle sind nicht leicht zu entziffern, da dieselben sehr klein, zu Gruppen paralleler Krystalle verwachsen sind und in der Regel nur einige wenige Flächen darbieten und zwar dergestalt, dass die Symmetrie nicht ohne weiteres zu Tage tritt. Die Winkel sind nicht so genau als es wünschenswerth erscheint, obgleich die Krystalle bedeutend besser sind als jene von Limoges, da Des Cloizeaux seine gemessenen Winkel in manchen Fällen in ganzen Graden angiebt und die Mehrzahl als nur approximativ bezeichnet.

Um eine grössere Einfachheit der Symbole zu erzielen, ist die von Des

*) Annal. Chim. Phys. 1829, **41**, 338.

) Ebenda, 1858, III, **58, 293.

Cloizeaux gewählte Stellung dahin geändert, dass seine Fläche $(105)o^5$ zur Basis und seine Pyramide δ zur primären genommen wurde.

Zu Fundamentalwinkeln wurden die folgenden ausgewählt:

$$(100):(001) = 84^0\ 1'$$
$$(110):(1\bar{1}0) = 62\ 21$$
$$(\bar{1}10):(\bar{4}01) = 70\ 54$$

woraus folgt:

$$a:b:c = 1{,}9192:1:0{,}5245;\quad \beta = 84^0\,1'.$$

Die beobachteten Formen, denen die correspondirenden von Des Cloizeaux, so weit er sie beobachtete, beigefügt wurden, sind:

	Des Cloizeaux:	
$a\{100\}\infty$Ᵽ∞	$\{100\}$	h^1
$c\{001\}0P$	$\{105\}$	o^5
$m\{110\}\infty P$	$\{110\}$	m
$\alpha\{\bar{4}01\}4$Ᵽ∞	$\{\bar{1}\bar{5}.0.8\}$	$a^{\frac{8}{\bar{1}5}}$
$\beta\{\bar{5}01\}5$Ᵽ∞	—	
$p\{223\}-\frac{2}{3}P$	—	
$\delta\{111\}-P$	$\{435\}$	δ
$e\{\bar{2}21\}+2P$	$\{\bar{9}.11.10\}$	ε
$k\{\bar{5}11\}5$Ᵽ5	$\{\bar{1}\bar{9}.5.8\}$	k
$z\{\bar{6}21\}6$Ᵽ3	—	
$l\{\bar{8}41\}8$Ᵽ2	—	

Der Versuch, die Des Cloizeaux'schen Symbole, mit den gebräuchlichen Methoden, in jene durch diese geänderte Stellung bedingten, umzuwandeln, hatte nur theilweisen Erfolg. So erhält die Form $\{\bar{1}\bar{9}.5.8\}$ bei dieser Umwandlung das Symbol $\{\bar{4}11\}$, während die von Des Cloizeaux beobachteten Winkel für das hier angenommene Axenverhältniss $\{\bar{5}11\}$ liefern würden. Wie weiter unten ersichtlich, stimmen die Winkel einer Anzahl Formen des Hureaulit von Branchville mit den von Des Cloizeaux gemessenen überein, mit der einzigen Ausnahme des Winkels des Prismas. Für diesen fand er 119^0, während er für die Krystalle von Branchville $124^0\,42'$ beträgt. Diese Verschiedenheit ist es, welche die mangelnde Uebereinstimmung verursacht, auf welche wir soeben angespielt haben. Ferner ist ersichtlich, dass die verwickelten Symbole einiger Flächen bei Des Cloizeaux sich vereinfachen, wenn sie auf das obige Axenverhältniss bezogen werden. Von den von Des Cloizeaux gegebenen Flächen des zweiten Typus finden sich alle bis auf eine, $\{\bar{1}\bar{1}.9.10\}$, an den Krystallen von Branchville, und dieser kommt in unserer Stellung wahrscheinlich das Zeichen $\{\bar{5}32\}$ zu. Von den Formen des I. Typus findet sich nur das Prisma, die übrigen würden auf unsere Stellung bezogen wahrscheinlich folgende Symbole erhalten:

Des Cloizeaux:			Des Cloizeaux:		
{001}	*p*	$\{\bar{1}03\}$	$\{\bar{3}11\}$	*u*	$\{\bar{1}\bar{2}.3.2\}$?
{011}	c^1	$\{\bar{1}53\}$	$\{\bar{3}41\}$	*t*	$\{\bar{6}61\}$?

In nachstehender Tabelle sind die wichtigeren, aus unserem Axenverhältnisse berechneten, mit den von uns und Des Cloizeaux gemessenen Winkel zusammengestellt.

	Branchville.		Des Cloizeaux.	
	Berechnet:	Gemessen:	Berechnet:	Gemessen:
(100):(110) =	*62° 21′	62° 18′, 62° 25′; 62 27, 62. 35; 62 45	59° 0′	59° 0′
(001):(100) =	*84 1	83 26	83 29	83 39
$:(\bar{1}00)$ =	95 59	96 9	96 31	96 30
$:(\bar{1}03)$ =	5 13½			(5 58)
$:(\bar{4}01)$ =	50 49		50 42	50 50
$(\bar{1}00):(\bar{4}01)$ =	45 10	45 54	45 49	45 40
(100):(223) =	74 47½			
:(111) =	71 25	71 9		
$(\bar{1}00):(\bar{8}41)$ =	47 59			
$:(\bar{5}11)$ =	41 40	42 12, 42 14; 42 35		42 10
(001):(223) =	21 3	21 3, 21 58		
:(111) =	29 46	29 40, 29 28	30 40	29 25
:(110) =	87 14	87 0, 87 4; 87 12	86 42	86 0
:(221) =	51 17		50 17	50 29
$:(\bar{5}11)$ =	59 30			59 30
$:(\bar{1}10)$ =	92 46	92 56		
$(223):(2\bar{2}3)$ =	37 9	37 37		
$(111):(1\bar{1}1)$ =	52 14½	51 54	52 13	51 0
$(511):(\bar{5}\bar{1}1)$ =	35 58	36 7, 36 31	38 33	37 0
(110):(111) =	57 28	57 32, 57 22; 57 42	56 2	55 45
:(223) =	66 11	66 12, 67 3		
$(\bar{1}10):(\bar{2}21)$ =	41 29	42 1	43 2	43 0
$:(\bar{5}11)$ =	51 9	51 40 51 50; 51 52	48 57	49 0
$:(\bar{8}41)$ =	25 13	25 13 25 22		
$:(\bar{4}01)$ =	*70 54	70 53 71 19		

Wie ersichtlich, ist die Uebereinstimmung zwischen unseren gemessenen und berechneten Winkeln nicht in allen Fällen so gross, als es

erwünscht wäre, obgleich so gut, als bei der Natur des Materiales zu erwarten war. Die Krystalle bilden, wie schon erwähnt, sehr oft parallel verwachsene Gruppen und wie gewöhnlich in solchen Fällen ist der Parallelismus kein vollkommener, ausserdem zeigen die Theile Schwankungen in ihrer Lage, selbst wenn die Flächen eben sind, was zweifellos derselben Ursache zuzuschreiben ist.

Der Habitus der Branchville-Krystalle ist kurzprismatisch wie in Fig. 1; eine basische Projection eines etwas flächenreicheren Krystalles ist in Fig. 2 gegeben. Die Parallelverwachsung bewirkt eine Wiederholung der Prismenflächen, welche eine tiefe Streifung oder Furchung dieser Flächen bedingt, aber ausserdem ist die Zone der Flächen *m*, *l*, *k*, *a* gestreift oder gerieft parallel deren gewöhnlicher Schnittrichtung. Die Krystalle zeigen eine ziemlich vollkommene Spaltbarkeit parallel dem Orthopinakoid.

Fig. 1.

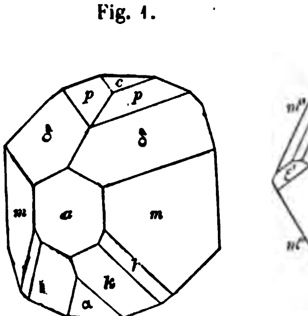


Fig. 2.

Zum Zwecke der chemischen Analyse, welche Herr Wells ausführte, wurden nur sorgfältigst ausgesuchte Krystalle verwendet. Das spec. Gew. wurde zu 3,149 gefunden. Die Resultate sind befriedigend, sowie völlig übereinstimmend mit den von Damour erhaltenen und führen zu derselben Formel. Zum Vergleiche führen wir Damour's Analyse der blass rosafarbenen Krystalle an, welche zwar differirt, aber nur wenig, von der der gelben Krystalle; dabei muss bemerkt werden, dass die violetten Krystalle (Typus I) nicht untersucht worden sind und es daher schon möglich ist, dass durch eine etwas verschiedene Zusammensetzung die oben angeführten Differenzen in der Krystallform erklärbar sind.

Das Branchville-Mineral enthält etwas weniger Eisen als das von Limoges.

	Branchville, Gew. = 3,149.					Limoges, rosa,
	I.	II.	Mittel:			Gew. = 3,185.
P_2O_5	38,28	38,44	38,36		0,270 = 1,00 = 2	37,83
FeO	4,76	4,37	4,56	0,063		8,73
MnO	42,29	—	42,29	0,596	0,676 = 2,50 = 5	41,80
CaO	0,94	—	0,94	0,017		—
H_2O	12,25	12,15	12,20		0,687 = 2,51 = 5	11,60
Quarz	1,76	—	1,76		Gangart	0,30
			100,11			100,26

Die sich hieraus ableitende Formel lautet: $5RO.2P_2O_5.5H_2O$ oder $H_2R_5(PO_4)_4 + 4H_2O$. Die procentische Zusammensetzung nur auf Mangan allein berechnet ist P_2O_5 38,96, MnO 48,69, H_2O 12,35 = 100.

Reddingit.

Von diesem Minerale waren bislang nur einige wenige Stücke vorhanden, welche das Mineral in körniger Form von röthlicher Farbe oder selten in oktaëdrischen, durch oberflächliche Oxydation schwarzen Krystallen zeigen. Obwohl das zuerst gefundene Material sehr spärlich war, so war es doch hinreichend, um die Bestimmung der Krystallform zu gestatten, welche derjenigen des Skorodits und Strengits ähnlich ist. Unter den jüngst aufgefundenen Mineralien ist der Reddingit keineswegs ungewöhnlich und wir waren so glücklich, denselben nicht allein wohlkrystallisirt, sondern auch in derben Massen, völlig frisch und unzersetzt, zu erhalten. Die Farbe ist ein zartes Rosaroth, oft kaum mehr als ein röthliches Weiss. Als innig verwachsene Begleiter treten auf Fairfieldit und Dickinsonit; der letztere findet sich oft in dasselbe eingelagert in isolirten Blättchen oder noch öfters in strahligen Gruppen grüner Blättchen. Der oktaëdrische Habitus der Krystalle, welche sich gelegentlich in Hohlräumen finden, ist auf den ersten Blick zu erkennen, doch sind die Krystalle häufig verzerrt durch Verlängerung nach einem Paar pyramidaler Flächen, wodurch dieselben ein irreführendes, schief prismatisches Aussehen erhalten. Die häufigste Form der Krystalle zeigt die, schon in unserer früheren Arbeit mitgetheilte, Fig. 3. Einige Krystalle waren etwas flächenreicher (Fig. 4) und zeigen die Pyramiden r, s und t, deren Symbole {338}, {223} und {774} sind. Diese Flächen geben zwar keine sehr scharfen Messungen, immerhin aber genügen die erhaltenen Winkel zur Identificirung. Das zu Grunde gelegte Axenverhältniss ist das schon früher von uns berechnete, nämlich:

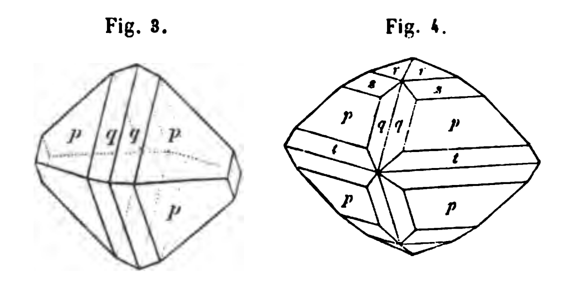


Fig. 3. Fig. 4.

$$a : b : c = 0{,}8678 : 1 : 0{,}9485.$$

Die gemessenen und berechneten Winkel sind:

	Gemessen:	Berechnet:
(111):(338)	= 20° 11′	20° 9′
(111):(223)	= 10 10	9 54
(111):(774)	= 15 41	15 46

Es erschien wünschenswerth, eine neue Analyse dieses Minerals zu erhalten, da sowohl das vorliegende Material ein reichlicheres und besseres als das frühere war, und weil die Zusammensetzung, obwohl thatsächlich völlig festgestellt, etwas anomal erscheinen könnte angesichts der fehlenden Uebereinstimmung mit der des Skorodit und Strengit bezüglich des Oxydationsgrades des Mangans, sowie der vorhandenen Wassermenge. Die neue Analyse von Herrn Wells bestätigt vollständig die frühere von ihm ausgeführte, mit dem einzigen Unterschiede, dass die jetzige einen grösseren Procentgehalt Eisenoxydul aufweist*). Die Analyse einer sehr sorgfältig ausgesuchten Quantitätsubstanz, mit einem spec. Gew. 3,204, ergab:

	I.	II.			
P_2O_5	34,90	—	142 = 0,246		= 1,00 = 1
FeO	17,13	—	72 = 0,238		
MnO	34,51	—	71 = 0,486	0,735	= 2,99 = 3
CaO	0,63	—	56 = 0,011		
H_2O	13,18	13,18	18 = 0,732		= 2,98 = 3
Quarz	0,13	—			

Die Formel hieraus ist $R_3(PO_4)_2 + 3H_2O$, und für $R = Fe : Mn = 1 : 2$ erfordert dieselbe P_2O_5 34,64, FeO 17,56, MnO 34,63, H_2O 13,17 = 100.

Fairfieldit.

Der Fairfieldit ist unter den Mineralien der jüngsten Ausbeute nicht selten und dabei von frischerem und reinerem Aussehen als derjenige, welchen wir früher unter Händen hatten. Gewöhnlich bildet er blätterige Massen, innig gemengt mit Reddingit oder mit Hureaulit. Seine Farbe wechselt von weiss zu gelblich oder grünlichweiss; er ist meist vollkommen durchsichtig und sehr stark glänzend, diamant- bis perlmutterartig, je nach der Richtung, in welcher er betrachtet wird, letzteres auf der Richtung der vollkommenen Spaltbarkeit. Eine Neigung zur Krystallisation ist zuweilen augenscheinlich, doch gelang es nicht, zur Messung brauchbare Krystalle anzutreffen, was um so mehr zu bedauern ist, als die früheren Resultate Vieles zu wünschen übrig lassen. Eine Analyse des vollkommen frischen Minerals wurde von Herrn Wells durchgeführt. Diese stimmt mit der früher von Penfield publicirten überein; der Eisengehalt ist geringer, der des Mangan grösser, bemerkenswerth ist jedoch, dass das Verhältniss 2 : 1 für $Ca : (Mn + Fe)$ noch immer erhalten ist**). Die Analyse des reinen Materials vom spec. Gew. 3,07 ergab:

*) Die frühere Analyse ergab FeO 5,43, MnO 46,29.

) Fairfieldit wurde auch am Rabenstein von Sandberger nachgewiesen, diese Zeitschr. **12, 316; Jahrb. Miner. 1885, 185. Bemerkenswerth ist ferner ein neues dem Fairfieldit nahestehendes, wasserhaltiges Ferro-Calciumphosphat, aber mit $2\frac{1}{2}H_2O$, welches

P_2O_5	(37,69)*)	142 = 0,265		= 1,00 = 1
FeO	3,42	72 = 0,047	0,292	= 1,10 = 1
MnO	17,40	71 = 0,245		
CaO	30,02	56 = 0,536		= 2,02 = 2
H_2O	9,81	18 = 0,545		= 2,06 = 2
Quarz	1,66			

Die hieraus sich ableitende Formel ist wesentlich $Ca_2Mn(PO_4)_2 + 2H_2O$, welche erfordert P_2O_5 39,34, MnO 19,67, CaO 31,02, H_2O 9,97 = 100. Diese Analyse bestätigt die früher von Penfield mitgetheilte und macht es ferner wahrscheinlich, dass ein bestimmtes Verhältniss 1 : 2 zwischen $(Mn + Fe) : Ca$ vorhanden ist.

Dickinsonit.

Eine der bemerkenswerthesten neuen Species von Branchville war der Chlorit-ähnliche Dickinsonit, ein Mineral von lichtgrüner Farbe, glimmerartiger Structur und pseudorhomboëdrischer Form. Die neuen Funde haben uns in den Stand gesetzt, neue Beiträge zur Kenntniss dieses Minerals zu bringen. Die Zahl der erhaltenen Handstücke ist verhältnissmässig gross und an einigen derselben tritt er in leidlich gut ausgebildeten Krystallen auf. Der Habitus der meisten neuerlich gefundenen Krystalle weicht von dem der früher beschriebenen (Fig. 5) ab; die hexagonale Form ist ziemlich selten und die Krystalle erscheinen als rectanguläre Tafeln, welche zu schwach divergirenden Gruppen verwachsen sind (Fig. 6).

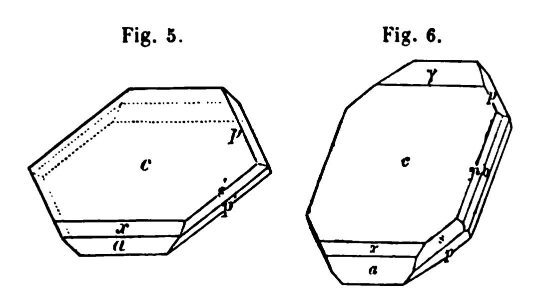


Fig. 5. Fig. 6.

Eingehendere Untersuchung ergab, dass dieselben übereinstimmen mit der früher angenommenen Grundform. Die Krystalle sind in der Richtung der Orthodiagonale verlängert und die Basis ist entsprechend dieser Richtung gestreift und gebogen. An den Kanten erscheinen, manchmal nur in Spuren, die Pyramidenflächen, welche, wenn sie grösser entwickelt sind, den erwähnten hexagonalen Habitus bedingen. Ausser den Formen a, b, c, $x\{301\}$, $p\{\bar{1}11\}$ und $s\{\bar{2}21\}$ haben wir noch festgestellt ein steiles Klinodoma $n\{051\}$ und ein Hemidoma $y\{\bar{1}03\}$. Unter Beibehaltung des früher festgestellten Axenverhältnisses

Muthmann Messelit genannt hat; wie der Fairfieldit ist es triklin. Ausserdem stimmt sehr nahe mit dem Fairfieldit überein der Brandtit Nordenskiöld's: $Ca_2Mn(AsO_4)_2 + 2H_2O$. Öfv. A. Stockh. 1888, 489.

*) Durch Differenz.

$$a : b : c = 1,73205 : 1 : 1,19806; \quad \beta = 61^\circ 30'$$

sind die berechneten und gemessenen Winkel:

	Berechnet:	Gemessen:
(001):(051)	= 79° 15′	79°
(001):($\bar{1}$03)	= 12 50	13°—14°

Optisch erweisen sich die Krystalle, wie die früheren, als zweiaxig, die optischen Axen sind im klinodiagonalen Hauptschnitte gelegen und die Bisectrix steht beinahe normal zur Spaltungsfläche. Die Doppelbrechung ist negativ und der Axenwinkel gross.

Ausser diesen gelegentlich in Hohlräumen auftretenden und zu schwach divergirenden Gruppen mit parallel *b* hervorspringenden Rändern verwachsenen Krystallen findet man das Mineral auch blätterig bis fast dicht und körnig; die Blättchen sind gewöhnlich deutlich und oft zu stern- oder rosettenförmigen Gruppen verwachsen.

Der Dickinsonit ist diejenige Species, über deren Zusammensetzung wir, bei unserer ersten Publication, am meisten im Zweifel waren. Das uns damals zur Verfügung stehende Material war sehr spärlich und nicht vollständig rein, und obgleich Penfield ausgezeichnete Analysen davon lieferte, war deren Deutung, wegen der grösseren oder geringeren Beimengung sowohl von Eosphorit als von Quarz, eine etwas zweifelhafte Sache. Es wurden deshalb zwei neue Reihen von Analysen durch Herrn Wells ausgeführt. Das Material zur ersten wurde mit grosser Sorgfalt ausgelesen und um jede Frage zu beseitigen, ob die Resultate die wirkliche Zusammensetzung des Materials ergaben, wurde eine zweite, ganz unabhängige Analyse ausgeführt. Für diese wurde das allerbeste Material ausgesucht und nach seiner Sonderung einer peinlichen mikroskopischen Untersuchung unterzogen, um über dessen Reinheit Gewissheit zu erlangen. Die Resultate sind, wie ersichtlich, identisch mit den ersten.

Dickinsonit, Branchville.

Analyse der ersten Probe. Spec. Gew. 3,143.

	I.	II.	Mittel:				
P_2O_5	39,57	—	39,57 —	142	= 0,279		= 1,00 = 1
FeO	—	13,25	13,25 —	72	= 0,184		
MnO	31,74	31,42	31,58 —	71	= 0,445		
CaO	2,15	—	2,15 —	56	= 0,039		
MgO	Spur	Spur				0,814	= 2,92 = 3
Na_2O	7,47	7,44	7,46 —	62	= 0,124		
K_2O	1,49	1,55	1,52 —	94,2	= 0,017		
Li_2O	0,20	0,14	0,17 —	34	= 0,005		
H_2O	1,66	1,65	1,65 —	18	= 0,094		= 0,34 = $\frac{1}{3}$
Quarz	2,58	2,58	2,58				
			99,93				

Analyse der zweiten Probe.

	I.	II.	Mittel:				
P_2O_5	10,89	—	10,89 —	142	= 0,288		= 1,00 = 1
FeO	12,96	—	12,96 —	72	= 0,180		
MnO	31,83	—	31,83 —	71	= 0,448		
CaO	2,09	—	2,09 —	56	= 0,038		
MgO	—	—				0,811	= 2,82 = 3
Na_2O	—	7,37	7,37 —	62	= 0,120		
K_2O	—	1,80	1,80 —	94,2	= 0,019		
Li_2O	—	0,22	0,22 —	34	= 0,006		
H_2O	1,64	1,62	1,63 —	18	= 0,092		= 0,32 = $\frac{1}{3}$
Quarz	0,85	0,79	0,82				
			99,61				

Die beiden Proben wurden von zwei verschiedenen Handstücken entnommen und war das Material anscheinend sehr rein. Ungewöhnliche Sorgfalt wurde auf das Auslesen der zweiten verwendet, deren Reinheit aus der ganz geringen Menge beigemengten Quarzes zu erkennen ist.

Die aus beiden Analysen folgende Formel ist $3RO \cdot P_2O_5 \cdot \frac{1}{3}H_2O$ oder $R_3(PO_4)_2 + \frac{1}{3}H_2O$, worin $R = Mn, Fe, Ca, Na_2, K_2$ und Li_2 ist. Zwischen den Alkalien und den übrigen Basen besteht kein festes Verhältniss. Die Resultate weichen beträchtlich von der Penfield'schen Originalanalyse ab. Dies wird zweifellos dem Umstande zuzuschreiben sein, dass das vorliegende Material viel reiner war als dasjenige, welches Penfield analysirte. Derselbe fand ungefähr 14 % CaO (vielleicht von beigemengtem Fairfieldit herrührend), nur etwa 6 % Alkalien und 3,87 % H_2O. Die Formel, zu welcher er gelangte, wird übrigens bestätigt, ausgenommen deren Wassergehalt.

Es ist ersichtlich, dass die nun festgestellte Zusammensetzung im Wesentlichen dieselbe ist, wie die für den Fillowit auf Grundlage von Penfield's Originalanalyse aufgestellte.

Fillowit.

Die soeben festgestellte Thatsache, dass unsere frühere Formel des Fillowit dieselbe ist, wie die oben für den Dickinsonit erhaltene, hat uns besorgt gemacht, ob unsere früheren Resultate zuverlässig sind, besonders da das damals vorgelegene Material sehr spärlich war. Unglücklicher Weise fand sich unter zahlreichen neu gefundenen Specimen von Branchville nicht eine Spur dieses Minerals. Wir waren in Folge dessen gezwungen, auf die wenigen, noch in unserem Besitze befindlichen Originalstücke zurückzugreifen. Das beste derselben übergaben wir Herrn Wells, von welchem derselbe sich ungefähr 0,75 g Material abpräparirte, von dessen Homogeni-

tät er überzeugt war. Die von ihm damit ausgeführte Analyse ergab folgendes Resultat, dem zum Vergleiche die Originalanalyse Penfield's beigefügt ist.

					Analyse Penfield's (1878):
P_2O_5	39,68 — 142 = 0,279			1,00	39,10
FeO	9,69 — 72 = 0,135				9,33
MnO	39,58 — 71 = 0,557				39,42
CaO	3,63 — 56 = 0,065	0,847		3,04	4,08
Na_2O	5,44 62 = 0,088				5,74
Li_2O	0,07 30 = 0,002				0,06
H_2O	1,58 18 = 0,088			0,31	1,66
Quarz	1,02				0,88
	100,69				100,27

Es ist ersichtlich, dass die beiden Analysen durchwegs übereinstimmen und zur selben Formel führen, nämlich $R_3P_2O_8 + \frac{1}{3}H_2O$. Wie oben bemerkt, ist dieselbe identisch mit der des Dickinsonit, obgleich die letztere Species mehr Alkalien und weniger Mangan enthält. Diese beiden Species sind also wesentlich dimorphe Formen derselben Verbindung, und die Beziehung zwischen denselben ist um so interessanter, als trotz der auffallenden Differenzen in den physikalischen Eigenschaften doch noch eine ersichtliche Beziehung in der Form existirt. Der Dickinsonit ist monosymmetrisch mit ausgeprägter pseudorhomboëdrischer Symmetrie und dasselbe ist mit dem Fillowit der Fall, wie wir durch eine erneute Untersuchung von Bruchstücken parallel der deutlichen, aber unterbrochenen basischen Spaltbarkeit fanden. Ausserdem zeigen die Dimensionen der Formen eine nahe Beziehung, wir haben nämlich:

	Dickinsonit:	Fillowit:
(100):(001)	= 61°30′	58°31′
(001):(221)	= 61 8	58 40
(001):($\bar{2}$21)	= 61 8	58 40

Wir haben also in diesen beiden Species ein Beispiel eines sehr nahen und interessanten Falles von Dimorphismus. Die Einwendung, dass die beiden Verbindungen betrachtet werden könnten als unabhängige Formen desselben Minerals, welche im Habitus und in der Art der Aggregation differirten, kann von Niemandem, welcher die Specimen gesehen und untersucht hat, erhoben werden. Wir hoffen beständig, dass im Verlaufe weiterer Ausbeutungen zu Branchville wir wieder etwas von diesem seltenen und interessanten Minerale, welches wir unserem Freunde Herrn A. N. Fillow zu Ehren benannt haben, auffinden werden.

III. Zur Theorie der gebräuchlichsten krystallographischen Abbildungsmethoden.

Von

Stanislaus Jolles in Aachen.

I. Bekanntlich wird eine Linienprojection eines Krystallflächencomplexes erhalten, indem durch einen beliebigen Punkt P Ebenen α, β, γ, ... parallel zu den Flächen des Complexes gelegt und diese Ebenen mit einer nicht durch P gehenden Ebene π in der Geraden a, b, c, ... zum Schnitte gebracht werden. Soll hingegen π eine Punktprojection dieses Krystallflächencomplexes enthalten, so werden im Punkte P zu den Ebenen α, β, γ, ... Normalen errichtet und deren Schnittpunkte A, B, C, ... mit π bestimmt. Durch die Linien- und Punktprojection eines Krystallflächencomplexes geht demnach der vermittelnde Bündel P in einen rechtwinkligen Bündel über, wenn je zwei Elemente desselben als entsprechende einander zugewiesen werden, die dieselbe Fläche des Complexes darstellen, und folglich stehen in der Projectionsebene π die zu seinen Strahlen perspective Punkt- und die zu seinen Ebenen perspective Linienprojection des Krystallflächencomplexes in polarer Beziehung. Ist dieses Polarsystem bestimmt, etwa dadurch, dass in π durch den rechtwinkligen Bündel P den Strahlen a, b, c die Punkte A, B, C als Pole zugewiesen werden, so kann ohne Weiteres aus jeder Linienprojection eines Krystalles seine Punktprojection gewonnen werden, indem mit Hülfe des Polarsystemes zu der einen Figur die reciproke gezeichnet wird. Kurz:

Wird mit Hülfe eines und desselben Bündels P die Linien- und Punktprojection eines Krystallflächencomplexes auf einer Ebene π dargestellt, so sind die Bilder einer und derselben Krystallfläche Pol und Polare eines Polarsystemes Σ. Zwei zu einander senkrechten Krystallflächen des Complexes entsprechen zwei zu einander senkrechte Ebenen des Bündels P und folglich zwei conjugirte Strahlen, drei

je zu einander rechtwinkligen Flächen des Complexes drei je zu einander rechtwinklige Flächen von P und folglich die Seiten eines Poldreiseites von Σ.

Aber nicht nur die Untersuchung der in einem Krystallflächencomplexe auf einander senkrecht stehenden Flächen kann mit Hülfe des Polarsystemes Σ durchgeführt werden, sondern auch die der aufeinander senkrecht stehenden Kanten. Das Polarsystem dient nämlich auch zur Abbildung der Kanten des Krystallflächencomplexes, indem die Schnittgeraden der durch P parallel zu den Flächen des Complexes gelegten Ebenen parallel den Kanten des Complexes laufen und somit in π die Punktprojection der Kanten liefern, während die zu jenen Schnittgeraden in P senkrechten Ebenen ihre Linienprojection in π bestimmen. Zwei zu einander rechtwinklige Kanten des Complexes werden demnach durch ein conjugirtes Punktepaar, drei je zu einander rechtwinklige Kanten durch die Ecken eines Poldreieckes von Σ abgebildet. Da drei je zu einander senkrechte Krystallflächen sich zugleich in drei je zu einander rechtwinkligen Krystallkanten schneiden, so sind die Ecken eines Poldreieckes Bilder möglicher Krystallkanten, wenn die Seiten Bilder möglicher Krystallflächen sind, und umgekehrt.

Erschöpfende Untersuchungen über zu einander senkrechte Flächen und Kanten eines Krystallflächencomplexes mit Hülfe des rechtwinkligen Bündels hat zuerst Herr H. J. Stephen Smith*) veröffentlicht, somit wird die angegebene Methode nur durch den Nachweis der rechtwinkligen Zonen im regulären, tetragonalen und hexagonalen Systeme erläutert. Während aber bei ihm die zu verwendenden polaren Beziehungen das Ergebniss analytischer Kunstgriffe sind, ergeben sie sich im Obigen unmittelbar aus der doppelten Abbildung des Complexes.

II. Der Nachweis rechtwinkliger Zonen im regulären, tetragonalen und hexagonalen Systeme gestaltet sich auf dem besprochenen Wege völlig gleichartig, daher werden alle drei Systeme auf drei je zu einander senkrechte krystallographische Axen X, Y, Z bezogen und über den Werth der bezüglichen Axenlängen a_x, a_y, a_z vor der Hand keine weiteren Festsetzungen getroffen. Die Ebenen des durch diese Axen und Axenlängen bestimmten Complexes werden nun parallel zu sich selbst so lange verschoben, bis sie durch einen beliebigen Punkt P des Raumes gehen. Sind dann in Hesse'schen Punktcoordinaten ξ, η, ζ, ω:

$$\frac{h_i}{a_x}\xi + \frac{k_i}{a_y}\eta + \frac{l_i}{a_z}\zeta - \omega = 0$$
$$(i = 1, 2, 3)$$

*) On the conditions of perpendicularity in a parallelepipedal system. Proceedings of the London mathematical society, 8, 1877, p. 83. Referirt in dieser Zeitschr. 2, 204.

die Gleichungen dreier dieser Ebenen $\varepsilon_i (h_i, k_i, l_i)$, so ist:

$$1)\qquad \sum_{i=1}^{3} \varrho_i \left(\frac{h_i}{a_x}\xi + \frac{k_i}{a_y}\eta + \frac{l_i}{a_z}\zeta - \omega\right) = 0$$

die Gleichung des durch sie bestimmten Ebenenbündels P; aus ihr ergeben sich für alle möglichen rationalen Werthe der Parameter ϱ_i die Gleichungen der übrigen durch P gehenden Complexflächen. Durch die Ebenen ε_i ist aber auch die Relation:

$$2)\qquad \frac{\frac{h_1}{a_x}\xi + \frac{k_1}{a_y}\eta + \frac{l_1}{a_z}\zeta - \omega}{R_1} = \frac{\frac{h_2}{a_x}\xi + \frac{k_2}{a_y}\eta + \frac{l_2}{a_z}\zeta - \omega}{R_2}$$
$$= \frac{\frac{h_3}{a_x}\xi + \frac{k_3}{a_y}\eta + \frac{l_3}{a_z}\zeta - \omega}{R_3}$$

gegeben, welche den Strahlenbündel P bestimmt. Ihr zufolge steht der Strahl $r[R_1, R_2, R_3]$ desselben auf der Ebene $\varrho\,[\varrho_1, \varrho_2, \varrho_3]$ des Ebenenbündels P senkrecht, wenn die beiden Ebenen:

$$\frac{1}{a_x}(R_2 h_1 - R_1 h_2)\xi + \frac{1}{a_y}(R_2 k_1 - R_1 k_2)\eta + \frac{1}{a_z}(R_2 l_1 - R_1 l_2)\zeta - \omega = 0\,,$$
$$\frac{1}{a_x}(R_3 h_1 - R_1 k_3)\xi + \frac{1}{a_y}(R_3 k_1 - R_1 k_3)\eta + \frac{1}{a_z}(R_3 l_1 - R_1 l_3)\zeta - \omega = 0$$

auf ϱ senkrecht stehen, d. h. wenn die Bedingungen:

$$3)\qquad \begin{cases} R_1 = \lambda \sum\limits_{i=1}^{3} \left(\frac{h_1 h_i}{a_x^2} + \frac{k_1 k_i}{a_y^2} + \frac{l_1 l_i}{a_z^2}\right)\varrho_i \\ R_2 = \lambda \sum\limits_{i=1}^{3} \left(\frac{h_2 h_i}{a_x^2} + \frac{k_2 k_i}{a_y^2} + \frac{l_2 l_i}{a_z^2}\right)\varrho_i \\ R_3 = \lambda \sum\limits_{i=1}^{3} \left(\frac{h_3 h_i}{a_x^2} + \frac{k_3 k_i}{a_y^2} + \frac{l_3 l_i}{a_z^2}\right)\varrho_i \end{cases}$$

erfüllt sind, in denen λ eine willkürliche Constante bedeutet.

In der zur Projectionsebene π gewählten XY-Ebene ist das zum Ebenenbündel 1) perspective Strahlenfeld dargestellt durch:

$$1\text{a})\qquad \sum_{i=1}^{3} \varrho_i \left(\frac{h_i}{a_x}\xi + \frac{k_i}{a_y}\eta - \omega\right) = 0\,,$$

während das zum Strahlenbündel 2) perspective Punktfeld in Hesse'schen Geradencoordinaten die Gleichung:

$$2a)\quad \begin{vmatrix} \frac{h_1}{a_x} & \frac{k_1}{a_y} & -1 & R_1 \\ \frac{h_2}{a_x} & \frac{k_2}{a_y} & -1 & R_2 \\ \frac{h_3}{a_x} & \frac{k_3}{a_y} & -1 & R_3 \\ u & v & w & 0 \end{vmatrix} = 0$$

hat. Die zwischen beiden Grundgebilden durch den rechtwinkligen Bündel P vermittelte projective Beziehung regelt das Gleichungssystem 3).

Soll nun Strahl $\mathfrak{t}[\tau_1, \tau_2, \tau_3]$ von π dem Schnittstrahle $\mathfrak{r}$ von ϱ und π conjugirt sein, so müssen seine Coordinaten die Gleichung 2a) und folglich seine Parameter die Gleichung:

$$(\tau_1 R_1 + \tau_2 R_2 + \tau_3 R_3) \begin{vmatrix} \frac{h_1}{a_x} & \frac{k_1}{a_y} & 1 \\ \frac{h_2}{a_x} & \frac{k_2}{a_y} & 1 \\ \frac{h_3}{a_x} & \frac{k_3}{a_y} & 1 \end{vmatrix} = 0$$

identisch befriedigen, was, da das Projectionscentrum P ausserhalb π liegt, nur möglich ist, wenn sie der Bedingung:

$$4)\quad \tau_1 R_1 + \tau_2 R_2 + \tau_3 R_3 = \tau_1 \sum_{i=1}^{3} \left(\frac{h_1 h_i}{a_x^2} + \frac{k_1 k_i}{a_y^2} + \frac{l_1 l_i}{a_z^2}\right) \varrho_i$$

$$+ \tau_2 \sum_{i=1}^{3} \left(\frac{h_2 h_i}{a_x^2} + \frac{k_2 k_i}{a_y^2} + \frac{l_2 l_i}{a_z^2}\right) \varrho_i + \tau_3 \sum_{i=1}^{3} \left(\frac{h_3 h_i}{a_x^2} + \frac{k_3 k_i}{a_y^2} + \frac{l_3 l_i}{a_z^2}\right) \varrho_i = 0$$

genügen.

Zu einander senkrechten Flächen ϱ, τ des Complexes entsprechen in π conjugirte Strahlen $\mathfrak{r}$, $\mathfrak{t}$ mit rationalen Parametern, im regulären Systeme ($a_x = a_y = a_z = 1$) steht also nach 3) und 4) zu jeder Fläche eine rechtwinklige Zone senkrecht, während im tetragonalen ($a_x = a_y = 1$, $a_z = c$) und hexagonalen Systeme ($a_x = 1$, $a_y = \sqrt{3}$, $a_z = c$) hiernach noch die Beziehung:

$$5)\quad \sum_{i=1}^{3} \tau_i l_i \sum_{i=1}^{3} \varrho_k l_k = 0$$

zu 3) und 4) hinzutritt und folglich die Flächen beider Systeme nur normal zu den Flächen der Hauptzone und deren Flächen normal zu einander sind.

Die rechtwinkligen Zonen genannter Krystallsysteme stehen mit polaren Beziehungen zwischen den durch einen

Punkt gehenden Flächen und Kanten eines Kystallflächencomplexes in engem Zusammenhange. Sind nämlich X, Y, Z die Schnittlinien dreier nicht einer Zone angehöriger Flächen des Complexes und sind auf ihnen durch eine weitere Complexfläche die Axenlängen a_x, a_y, a_z bestimmt, so ergeben sich die Gleichungen der durch den Coordinatenanfang O gehenden Ebenen und Kanten des Complexes, sobald in den Gleichungen:

$$\frac{h}{a_x}x + \frac{k}{a_y}y + \frac{l}{a_z}z = 0$$

$$\frac{x}{H \,.\, a_x} = \frac{y}{K \,.\, a_y} = \frac{z}{L \,.\, a_z}$$

unter den h, k, l und H, K, L die Indices der in Frage kommenden Flächen und Kanten verstanden werden.

Zwischen den durch O gehenden Flächen und Kanten des Complexes ist nun durch das Gleichungssystem:

$$\begin{aligned} H &= a_{11}\,h + a_{12}\,k + a_{13}\,l \\ K &= a_{21}\,h + a_{22}\,k + a_{23}\,l \\ L &= a_{31}\,h + a_{32}\,k + a_{33}\,l, \end{aligned}$$

in dem die Coëfficienten a_{ik} rationale, sonst aber ganz beliebige Grössen bedeuten, eine reciproke Verwandtschaft hergestellt, dieselbe wird für $a_{ik} = a_{ki}$ zu einer polaren, insbesondere sind also der Ebenenbündel:

$$\frac{h}{a_x} + \frac{k}{a_y} + \frac{l}{a_z} = 0$$

und der Strahlenbündel:

$$\frac{x}{h \,.\, a_x} = \frac{y}{k \,.\, a_y} = \frac{z}{l \,.\, a_z}$$

polar zu einander.

Unter der Voraussetzung, dass $(n : X)$, $(n : Y)$, $(n : Z)$ die Winkel sind, die die positive Richtung einer Normalen zur Ebene (h, k, l) mit den positiven Axenrichtungen bildet, nehmen diese Gleichungen die Gestalt:

$$\cos (n : X) \,.\, x + \cos (n : Y) \,.\, y + \cos (n : Z) \,.\, z = 0$$

$$\frac{x}{a_x^2 \cos (n : X)} = \frac{y}{a_y^2 \cos (n : Y)} = \frac{z}{a_z^2 \cos (n : Z)}$$

an. Aus ihr folgt, wenn die Axen zu einander normal sind, für das reguläre System $(a_x = a_y = a_z = 1)$ die polare Zuordnung des rechtwinkligen Bündels, dagegen für das tetragonale System $(a_x = a_y = 1,\ a_z = c)$ eine polare Zuordnung, in der die conjugirten Ebenen in der Zone der Hauptaxe einen rechtwinkligen Büschel bilden. Eine gleiche Zuordnung

ergiebt sich für das hexagonale System unter Zugrundelegung Miller'scher Axen und Axenlängen*).

III. Da die Linienprojection eines Krystallflächencomplexes sich stets in perspective Lage zu einem Bündel bringen lässt, der aus den durch einen beliebigen Punkt gehenden Flächen des Complexes besteht, so ist die Geometrie der Lage jedes Flächenbündels mit der seiner Linien- oder seiner zur letzteren reciproken Punktprojection erledigt. Bei dem Versuche, das Gleiche mit der stereographischen Projection der Polfigur eines Flächencomplexes zu leisten, wurde bisher die ein-zweideutige Verwandtschaft eines Ebenenbündels und seiner stereographischen Projection vollkommen übersehen**) und so irrthümlich das Doppelverhältniss von vier Flächen einer Zone dem der stereographischen Projection ihrer Pole gleich gesetzt, während es doch nur dem der stereographischen Projection ihrer Polpaare gleich ist.

Wird nun eine Kugel Γ stereographisch auf eine Ebene π abgebildet, die mit ihr einen Kreis π_2 gemein hat, so entsprechen den Hauptkreisen ζ_2 von Γ Kreise ζ_2', die π_2 in Punktepaaren seiner Durchmesser schneiden und deren Mittelpunkte, wie wohl Chasles zuerst bewiesen hat, vom Augenpunkte O aus durch Senkrechte z zu den Ebenen der entsprechenden ζ_2 projicirt werden. Die Kreise ζ_2' bilden folglich ein durch π_2 und zwei seiner Durchmesser bestimmtes Netz, das projectiv zum Strahlenbündel O und somit auch zum Bündel der ζ_2 auf Γ ist. Einem Büschel von Kreisen ζ_2' entspricht insbesondere ein ihm projectiver Strahlenbüschel im Bündel O und ein ihm projectiver Büschel von Kreisen ζ_2, die Ebene des Strahlenbüschels steht senkrecht auf der Verbindungsgeraden der Grundpunkte des letzteren und schneidet π in der Centralen des ersteren. Bekanntlich heissen die Grundpunkte des Büschels der ζ_2 die Pole der Ebene des Strahlenbüschels, in π steht also die Linienprojection einer Ebene des Bündels O auf der Verbindungslinie der Projectionen der zugehörigen Pole senkrecht und halbirt ihren Abstand. Den Ebenen eines Büschels von O entsprechen als Pole die Punktepaare einer involutorischen Punktreihe auf dem der Axe des Büschels entsprechenden Kreise ζ_2. Da sie auf Strahlen eines zum Ebenenbüschel projectiven Strahlenbüschels liegen, so sind sie durch letzteres projectiv auf die Ebenen des Büschels bezogen. Aus gleichem Grunde sind die Projectionen dieser Polpaare auf dem entsprechenden Kreise ζ_2' die Punktepaare einer zur Linienprojection jenes Büschels projectiven involutorischen Punktreihe.

---

*) H. J. Stephen Smith l. c. p. 101.

**) W. H. Miller, On the employment of the stereographic projection of the sphere in Crystallography. Philosophical magazine, 19. Fourth Series 1860, p. 325.

Die Polpaare zu einander senkrechter Ebenen eines Büschels z von O liegen auf conjugirten Durchmessern des zugehörigen Kreises ζ_2 und trennen sich folglich harmonisch. Harmonische Punkte von ζ_2 projiciren sich aber in solche des entsprechenden ζ_2' und somit sind in der auf ζ_2' durch z bestimmten involutorischen Punktreihe sich harmonisch trennende Punktepaare Bilder der Polpaare zu einander senkrechter Ebenen des Büschels z. Dieses Ergebniss gestattet obige Untersuchungen mit Hülfe der stereographischen Projection eines Krystallflächencomplexes durchzuführen.

IV. Ueber die Winkelverhältnisse des Apatit von verschiedenen Fundorten.

Von

H. Baumhauer in Lüdinghausen.

Im weiteren Verlaufe meiner Untersuchungen über die Aetzfiguren des Apatit und deren Abhängigkeit von der Natur und Concentration des Aetzmittels*) zeigte sich, dass die von verschiedenen Fundorten stammenden und zu jenen Versuchen benutzten, nach der Basis tafelförmigen Krystalle sich nicht sämmtlich gleich verhalten, sondern dass einzelne derselben wesentliche Unterschiede erkennen lassen können. Es stellte sich deshalb als nothwendig heraus, die benutzten Krystalle verschiedener Herkunft zuvor einer genauen Durchmessung zu unterziehen, wo möglich auch eine Chlorbestimmung zu machen, um so Versuchsreihen zu erhalten, welche eine Vergleichung unter sich zulassen**). In letzter Zeit sind am Apatit wohl Messungen einzelner Vorkommnisse, weniger hingegen umfassendere Beobachtungen angestellt worden. Pusyrewsky hatte (1863) durch seine Untersuchung russischer Apatite die Bemerkung v. Kokscharow's, dass mit der Zunahme des Chlors der (stumpfe) Neigungswinkel $P : 0P$ wachse, d. h. dass die Pyramide stumpfer werde, bestätigt und ausserdem den Satz aufgestellt, dass gleichzeitig mit jener Zunahme das specifische Gewicht sich vermindere. Er fand, dass die russischen Apatite sämmtlich

---

*) Referat in dieser Zeitschr. **15**, 441. Zweite Mittheilung: Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Berlin, **25**, 447.

**) Es sei hier gleich bemerkt, dass die Ergebnisse, zu welchen ich in der citirten Abhandlung gelangte, durch diese Erkenntniss nicht berührt resp. verändert werden. Denn wenn ich damals auch die benutzten Krystalle nicht vorher gemessen hatte, so dienten doch zu den Versuchen mit Salzsäure nur solche vom St. Gotthard, welche fast sämmtlich von einem und demselben Handstücke stammten, und zu denjenigen mit Salpetersäure solche vom St. Gotthard und vom Schwarzenstein, wobei ich jedoch bei der Aetzung mit 5- und 100procentiger Säure beiderlei Krystalle verwandte.

als Fluorapatite zu bezeichnen seien, indem der Chlorgehalt 0,8 % nicht übersteige. Folgende Beispiele sind seiner Abhandlung entnommen.

Fundort des A.:	Chlorgehalt:	Spec. Gew.:	(0001):(10$\bar{1}$1) (Normalenwinkel):
Tokowaja (Ural)	0,01 %	3,202	40° 18′ 23″
Sudjanka-Fluss	0,109	3,178	—
Berg Blagodat (Ural)	0,22	3,132	40 16 10
Achmatowsk	0,51	3,091	40 6 30

A. Schmidt*) mass (1883) je einen besonders gut ausgebildeten wasserhellen Krystall von Tavetsch und aus dem Floitenthale. Aus den zahlreichen erhaltenen Werthen leitete er (von den Kanten (10$\bar{1}$0):(10$\bar{1}$1) = 49° 43′ resp. (0001):(10$\bar{1}$1) = 40° 17′ ausgehend) für beide Krystalle dasselbe Axenverhältniss $a : c = 1 : 0,7340$ ab.

C. Hintze**) fand (1884) einen Apatitkrystall mit Basis im Granit von Striegau, welchen er mass und auf das A.-V. 1 : 0,7346 bezog. Er fand (10$\bar{1}$0):(20$\bar{2}$1) = 30° 34′, (20$\bar{2}$1):(10$\bar{1}$1) = 19° 9′, (10$\bar{1}$0):(31$\bar{4}$1) = 22° 42′ (berechnet: 30° 31′, 19° 11′, 22° 41′). In demselben Jahre veröffentlichten P. v. Jeremejew und P. D. Nikolajew***) eine krystallographische und chemische Untersuchung des Apatit aus Turkistan. Diese Krystalle können, wie die genannten Forscher sagen, ihrer schönen Ausbildung und ihrer oft vollkommenen Durchsichtigkeit wegen denjenigen von Jumilla, vom St. Gotthard oder von Kirjabinsk, also den vorzüglichsten Vorkommnissen des Minerals, an die Seite gestellt werden. Ihr Habitus ist ein kurzprismatischer oder auch pyramidal-prismatischer mit ziemlich stark ausgedehnter Basis. Die Messungen führten zum A.-V. 1 : 0,73451 (abgeleitet von (0001):(10$\bar{1}$1) = 40° 18′ 10″). Es wurde z. B. gefunden (0001):(10$\bar{1}$2) = 22° 58′ 10″ (ber. 22° 57′ 11″), (10$\bar{1}$2):(10$\bar{1}$0) = 67° 2′ 6″ (67° 1′ 19″), (0001):(11$\bar{2}$1) = 55° 44′ 2″ (55° 45′ 22″), (10$\bar{1}$1):(10$\bar{1}$0) = 49° 43′ 15″ (49° 41′ 50″). P. v. Jeremejew stellt folgende Reihe verschiedener Apatite auf nach steigendem Winkel (0001):(10$\bar{1}$1):

Achmatowsk und Laacher See	40° 6′ 21″	(v. Kokscharow)
Jumilla†)	40 13 0	-
Kirjabinsk	40 13 30	-
Berg Blagodat	40 16 10	-
St. Gotthard	40 17 0	(Schrauf)

*) Diese Zeitschr. **7**, 551.

) Diese Zeitschr. **9, 290.

***) Diese Zeitschr. **11**, 389.

†) Der von v. Kokscharow für den Apatit von Jumilla ermittelte Werth (10$\bar{1}$1):(01$\bar{1}$1) = 37° 40′ 40″ ergiebt (0001):(10$\bar{1}$1) = 40° 18′ 37″, so dass also dieses Vorkommen das dritte in der Reihe sein würde.

Tavetsch (und Floitenthal)	40° 17′ 0″	(A. Schmidt)
Smaragdgruben und Ehrenfriedersdorf*)	40 18 0	(v. Kokscharow)
Turkistan	40 18 10	(v. Jeremejew)
Schlaggenwald	40 20 0	(Schrauf)

Die von Nikolajew ausgeführte Analyse ergab 3,64 % Fluor und führte zur Formel eines reinen Fluorapatits. Das spec. Gew. wurde zu 3,1999 gefunden. G. Flink**) beschrieb 1888 kleine, wasserhelle, ausgezeichnet gut ausgebildete Apatitkrystalle von Nordmarken, welche er, ausgehend von $(20\bar{2}1):(0001) = 59°27'$ auf das Axenverhältniss 1:0,73365 bezog. Er fand u. a. $(10\bar{1}1):(0001) = 40°16'$ (berechnet $40°16'10''$), $(0001):(30\bar{3}1) = 68°30'$ ($68°31'20''$), $(11\bar{2}1):(0001) = 55°41\frac{1}{2}'$ ($55°43'30''$).

G. vom Rath***) erwähnte schon 1886 Apatitkrystalle von der Hiddenite-Mine (Nord-Carolina), welche bis 25 mm lang und 3 mm dick sind, und an denen er den Winkel $(0001):(10\bar{1}2) = 22°57'$ fand. Ebensolche Krystalle wurden später (1887) von W. E. Hidden†) und H. J. Washington†) näher beschrieben. Die Krystalle sind weingelb, vollkommen durchsichtig; die Pyramide $\{10\bar{1}2\}$ herrscht daran vor. Es wurden u. a. gefunden $(10\bar{1}1):(11\bar{2}2) = 18°52'$ (entsprechend $(10\bar{1}1):(01\bar{1}1) = 37°44'$) und hieraus das A.-V. 1 : 0,734335 abgeleitet. Die Messungen ergaben z. B. $(10\bar{1}2):(0001) = 22°58\frac{1}{2}'$ (ber. $22°58\frac{1}{2}'$), $(0001):(20\bar{2}1) = 59°31'$ ($59°28\frac{1}{2}'$), $(11\bar{2}0):(11\bar{2}1) = 34°13\frac{1}{2}'$ ($34°14'$).

Vor Kurzem hat endlich C. Vrba††) den Apatit von Pisek beschrieben und denselben auf das von v. Kokscharow für die Krystalle von Ehrenfriedersdorf ermittelte A.-V. 1 : 0,734603 zurückgeführt. Er fand im Mittel z. B. $(10\bar{1}2):(0001) = 23°0'$ (ber. $22°59'$), $(0001):(10\bar{1}1) = 40°18\frac{1}{4}'$ ($40°18\frac{1}{2}'$), $(0001):(11\bar{2}1) = 55°45\frac{1}{3}'$ ($55°45\frac{1}{2}$), $(10\bar{1}1):(01\bar{1}1) = 37°45'$ ($37°44\frac{1}{2}'$).

Ich selbst mass nun eine Reihe namentlich von solchen Krystallen verschiedener Herkunft, welche nach der Basis tafelförmig (resp. kurzsäulenförmig) ausgebildet sind. Das verhältnissmässig geringe, mir anfänglich zu Gebote stehende Material wurde wesentlich vermehrt durch eine Anzahl von meist ausgezeichneten Krystallen, welche mir Herr G. Seligmann mit bekannter Liberalität zur Verfügung stellte. Es ist mir eine angenehme Pflicht, dem genannten Herrn auch an dieser Stelle für sein liebenswürdiges Entgegenkommen meinen besten Dank auszusprechen. Die Fundorte, von welchen mir Krystalle zu Gebote standen, sind: Rothenkopf und Schwarzenstein (Zillerthal), Floitenthal, St. Gotthard, Knappen-

*) In Wirklichkeit berechnet sich aus dem von v. Kokscharow ermittelten Axenverhältnisse 1 : 0,734603 der genannte Winkel zu $40°18'22''$, so dass die Krystalle von Turkistan voraufgehen müssen.

) Diese Zeitschr. **13, 404.

***) Diese Zeitschr. **18**, 596.

†) Diese Zeitschr. **14**, 299.

††) Diese Zeitschr. **15**, 463.

wand (Sulzbachthal), Schlaggenwald, Lauine bei Reckingen (Canton Wallis), Ala (Piemont), *Jumilla (Murcia), *Berg Blagodat (Ural), *Cerro del Mercado, Durango (Mexico). Doch besitzen bekanntlich die mit * bezeichneten Vorkommen keinen tafelförmigen, sondern bei ganz oder fast ganz fehlender Basis einen säulenförmigen Habitus mit pyramidaler Endigung. Zudem lieferten diese Krystalle hier wenigstens keine so genauen und unter sich übereinstimmenden Messungsresultate, dass ich letzteren einen besonderen Werth zuerkennen könnte. Weit mehr ist dies der Fall bei den tafelförmigen Krystallen vom Rothenkopf, Schwarzenstein, Floitenthal, St. Gotthard, von der Knappenwand und von Ala, mit denen sich hauptsächlich die folgende Mittheilung beschäftigt. An denselben treten, wie bekannt, ausser der Basis im Allgemeinen folgende Formen auf: $\{10\bar{1}0\}$, $\{10\bar{1}2\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{20\bar{2}1\}$, $\{11\bar{2}1\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\pi\{21\bar{3}1\}$, häufig auch $\pi\{21\bar{3}0\}$ und $\pi\{31\bar{4}1\}$. An einem grösseren Krystalle von der Knappenwand erschienen in ziemlich grossen Flächen, worauf mich Herr Seligmann aufmerksam machte, die Tritopyramide $\pi\{21\bar{3}2\}$ und in schmalen Flächen $\pi\{31\bar{4}2\}$. Die Flächen der ersteren Form liegen in den Zonen $(10\bar{1}1):(11\bar{2}1)$ nnd $(10\bar{1}0):(01\bar{1}2)$. Unter Annahme des unten für die Sulzbacher Krystalle mitgetheilten Axenverhältnisses ($a:c = 1:0,73333$) berechnet sich $(21\bar{3}2):(10\bar{1}1)$ zu 15° 28′ 30″ und $(21\bar{3}2):(11\bar{2}1)$ zu 11° 21′ 35″. Durch Messung fand ich diese Winkel, mit der Rechnung gut übereinstimmend, zu 15° 26′ und 11° 22¾′. Die Form $\{31\bar{4}2\}$ wurde erkannt aus den Zonen $(21\bar{3}1):(10\bar{1}1)$ und $(11\bar{2}1):(20\bar{2}1)$. Ihre Flächen liegen auch mit $(21\bar{3}2)$ und $(10\bar{1}0)$ in einer Zone.

Die besten Reflexe erhielt ich bei den verschiedenen Krystallen im Allgemeinen auf den Flächen $(10\bar{1}0)$ und $(11\bar{2}1)$, recht gute besonders häufig auch auf (0001), $(10\bar{1}1)$ und $(10\bar{1}2)$; manchmal treten jedoch, namentlich auf der Basis, gehäufte Spiegelbilder auf. Oft sind die Krystalle von Sprüngen durchzogen, und es zeigen dann wohl die auf entgegengesetzten Seiten eines Spaltes liegenden Flächentheile gesonderte Reflexe. Mehrfach, wenn auch nicht oft, war es nothwendig, die von der zu messenden Kante entfernter liegenden Flächentheile zuzudecken, um scharfe Einstellung zu ermöglichen. Einzelne Krystalle, welche anscheinend vortrefflich ausgebildet waren, erwiesen sich dennoch zu genauen Messungen wenig geeignet. Die Messungen wurden mit einem Fuess'schen Goniometer, Modell 2, angestellt; ¼ Minuten konnten noch geschätzt werden. Die weiter unten angeführten Werthe sind, abgesehen von ausdrücklich ausgenommenen, durchgehends auf gute, häufig auf sehr gute Messungen zurückzuführen. Die letzteren werden durch ein vorgesetztes * hervorgehoben.

Die von mir untersuchten, nach der Basis tafelförmigen (resp. kurzsäulenförmigen) Apatitkrystalle lassen sich, soweit sie unter sich gut übereinstimmende Messungsresultate ergaben, in folgende drei Abtheilungen bringen:

1. Krystalle, welche auf das A.-V. 1 : 0,73131 zu beziehen sind ($(0001):(10\bar{1}1)$ berechnet zu 40° 10′ 46″); dahin gehören diejenigen vom Rothenkopf, sowie ein solcher von Ala.

2. Krystalle, welche dem A.-V. 1 : 0,73333 entsprechen ($(0001):(10\bar{1}1)$ = 40° 15′ 26″); diese Abtheilung wird gebildet von den Krystallen von der Knappenwand.

3. Krystalle mit dem A.-V. 1 : 0,73400, dem nämlichen, welches A. Schmidt aus seinen oben angeführten Messungen ableitete ($(0001):(10\bar{1}1)$ = 40° 17′); hierhin die Vorkommnisse vom Schwarzenstein, St. Gotthard (Sella), Floitenthal.

Bevor ich die ermittelten Winkel mittheile, seien zunächst die aus den obigen A.-V. berechneten Werthe zum Vergleiche zusammengestellt.

	1. $a:c$ = 1 : 0,73131 (ber. aus $(11\bar{2}1):(10\bar{1}0)$ = 44° 21′ 48″):	2. 1 : 0,73333 (ber. aus $(11\bar{2}1):(10\bar{1}0)$ = 44° 18′ 44″):	3*). 1 : 0,73400 (ber. aus $(10\bar{1}1):(10\bar{1}0)$ = 49° 43′):
$(0001):(11\bar{2}1)$	= 55° 38′ 22″	55° 42′ 47″	55° 44′ 16″
$(0001):(20\bar{2}1)$	= 59 22 12	59 26 21	59 27 45
$(0001):(10\bar{1}1)$	= 40 10 46	40 15 26	40 17 0
$(0001):(10\bar{1}2)$	= 22 53 26	22 56 50	22 57 59
$(10\bar{1}1):(01\bar{1}1)$	= 37 38 24	37 42 8	37 43 24
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}\bar{1})$	= 80 21 32	80 30 52	80 34 0
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}2)$	= 17 17 20	17 18 36	17 19 1
$(10\bar{1}1):(20\bar{2}1)$	= 19 11 26	19 10 55	19 10 45
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}0)$	= 49 49 14	49 44 34	49 43 0
$(20\bar{2}1):(10\bar{1}0)$	= 30 37 48	30 33 39	30 32 15
$(11\bar{2}1):(11\bar{2}\bar{1})$	= 68 43 16	68 34 26	68 31 28
$(11\bar{2}0):(11\bar{2}1)$	= 34 21 38	34 17 13	34 15 44
$(10\bar{1}2):(11\bar{2}1)$	= 37 3 27	37 5 7	37 5 47
$(10\bar{1}2):(10\bar{1}0)$	= 67 6 34	67 3 10	67 2 1
$(21\bar{3}1):(10\bar{1}0)$	= 30 24 23	30 21 42	30 20 46
$(21\bar{3}1):(11\bar{2}1)$	= 13 57 25	13 57 2	13 56 59

Der Fundamentalwerth bei 1. (44° 21′ 48″) ist das Mittel aus neun sehr guten Messungen, derjenige bei 2. (44° 18′ 44″) das Mittel aus 15 sehr guten Messungen. Für 3. berechnet sich aus $(10\bar{1}1):(10\bar{1}0)$ = 49° 43′ der Winkel $(11\bar{2}1):(10\bar{1}0)$ zu 44° 17′ 45″.

Da zwischen den obigen drei Reihen theilweise nur recht geringe Abweichungen stattfinden, so hielt ich es für richtig, nicht einfach die Mittelwerthe aus den gemessenen Winkeln, sondern das Resultat einer jeden

*) Nach A. Schmidt l. c.

einzelnen Messung besonders mitzutheilen. Einmal wird sich daraus um so bestimmter die Berechtigung jener Eintheilung ergeben, dann aber wird aus einer solchen Zusammenstellung auch ersichtlich sein, in wie weit Schwankungen bei den einzelnen gemessenen Krystallen, welche fast sämmtlich von vortrefflicher Ausbildung sind, auftreten. Aus dem letzteren Grunde war ich auch mehr bestrebt, gleichartige Kanten in möglichst grosser Zahl zu messen, als eine grössere Reihe verschiedenartiger Kanten zu bestimmen. An den Krystallen der ersten Art erhielt ich folgende Zahlen:

a) Krystalle vom Rothenkopf (Zillerthal).

	I.	II.	III.	IV.	V.
$(11\bar{2}1):(10\bar{1}0) =$	*44° 22′ *44 22 44 $22\frac{3}{4}$	*44° $21\frac{1}{2}$′	—	*44° 21′	*44° 22′ *44 22 *44 22 44 20
$(0001):(11\bar{2}1) =$	*55 $37\frac{1}{2}$ 55 37 55 38	*55 38	*55° $36\frac{3}{4}$′	*55 $37\frac{1}{2}$	*55 $38\frac{1}{4}$ *55 37
$(0001):(10\bar{1}1) =$	—	—	*40 $9\frac{1}{2}$	—	40 $10\frac{1}{2}$
$(0001):(10\bar{1}2) =$	*22 $53\frac{1}{2}$ 22 $52\frac{1}{2}$	—	*22 $51\frac{1}{2}$	*22 $51\frac{1}{2}$	22 $53\frac{1}{2}$ 22 $52\frac{1}{2}$ 22 $53\frac{1}{4}$
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}2) =$	—	—	—	—	17 17
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}0) =$	—	—	—	—	49 $49\frac{3}{4}$
$(10\bar{1}2):(11\bar{2}1) =$	*37 $2\frac{3}{4}$	—	—	—	37 $3\frac{1}{2}$
$(10\bar{1}2):(10\bar{1}0) =$	—	—	—	—	*67 $6\frac{1}{2}$
$(21\bar{3}1):(10\bar{1}0) =$	—	—	—	—	30 $23\frac{1}{4}$
$(21\bar{3}1):(11\bar{2}1) =$	—	—	—	—	13 $56\frac{1}{2}$
$(10\bar{1}0):(01\bar{1}0) =$	*60 0	—	—	—	*59 $59\frac{1}{4}$

b) Krystall von Ala (Piemont).

$(11\bar{2}1):(10\bar{1}0) =$	*44° $21\frac{1}{2}$′,	*44° $22\frac{1}{4}$′,	44° 22′
$(0001):(11\bar{2}1) =$	*55 36		
$(0001):(10\bar{1}2) =$	*22 $50\frac{3}{4}$,	22 52	
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}2) =$	17 $14\frac{1}{2}$		
$(10\bar{1}1):(20\bar{2}1) =$	19 13		
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}0) =$	49 50		
$(20\bar{2}1):(10\bar{1}0) =$	30 $40\frac{1}{2}$,	30 38,	*30 $38\frac{1}{4}$
$(11\bar{2}1):(11\bar{2}\bar{1}) =$	*68 $45\frac{1}{2}$		
$(11\bar{2}0):(11\bar{2}1) =$	34 $22\frac{1}{4}$,	34 $23\frac{1}{4}$	
$(21\bar{3}1):(10\bar{1}0) =$	30 25,	30 $26\frac{1}{4}$	
$(21\bar{3}1):(11\bar{2}1) =$	13 $56\frac{1}{2}$,	13 $55\frac{3}{4}$	
$(10\bar{1}0):(0001) =$	90 0		

Die Krystalle I—IV vom Rothenkopf entstammen demselben Handstücke; sie waren eingewachsen in ein Chloritgestein. Sie sind dicktafelförmig, vollkommen klar, jedoch mit einem Stich in's Grünliche. Manche Flächen spiegeln ausgezeichnet, andere sind allerdings etwas matt in Folge einer feinen Zeichnung oder Streifung, vielleicht auch einer beginnenden Corrosion. In Folge dessen konnte ich auch an II, III und IV nur wenige, dann aber sehr gute Messungen ausführen. Der mit V bezeichnete lose Krystall stammt aus der Sammlung des Herrn Seligmann, war jedoch mit der Fundortsbezeichnung »Schwarzenstein« versehen. Meiner Ansicht nach stammt er jedoch gleichfalls vom Rothenkopf, indem er jenen Krystallen sehr ähnlich ist und auch noch Chloritheilchen an sich trägt. Dazu kommt die grosse Uebereinstimmung seiner Winkel mit denjenigen der Krystalle vom Rothenkopf. Die vorzügliche Beschaffenheit dieses Krystalles ermöglichte eine grössere Zahl guter und sehr guter Messungen.

Der Krystall von Ala, gleichfalls Eigenthum des Herrn Seligmann, ist vollkommen wasserhell, flächenreich und von vortrefflicher Ausbildung.

Die Krystalle von der Knappenwand lieferten Werthe, welche von den oben mitgetheilten merklich abweichen. Die im Folgenden mit I, II und III bezeichneten sind Bruchstücke eines grossen Krystalles, an VIII und IX wurden nur je zweierlei Kanten gemessen.

(Siehe die Tabelle auf S. 38).

Wie man sieht, bewegen sich die Werthe für die Kante $(11\bar{2}1):(10\bar{1}0)$, welche sich ganz besonders zu scharfen Messungen eignet, bei den sonst wegen ihrer vortrefflichen Ausbildung bekannten Sulzbacher Krystallen immer noch zwischen verhältnissmässig weiten Grenzen. Sie schwanken im Ganzen zwischen 44° 12¾′ und 44° 22′, bei den sehr guten Messungen freilich nur zwischen 44° 16′ und 44° 21′. Bei den Krystallen vom Rothenkopf und von Ala, an welchen allerdings weniger Messungen angestellt wurden, beträgt die Schwankung der genannten Kante im Ganzen nur 2¾′, bei den sehr guten Messungen sogar nur 1¼′.

Als Krystalle, welche dem von Schmidt aufgestellten Axenverhältnisse 1 : 0,73400 entsprechen, sind unter den von mir gemessenen die vom St. Gotthard, vom Schwarzenstein und aus dem Floitenthal stammenden zu bezeichnen. Sie ergaben folgende Werthe:

Krystall I vom St. Gotthard, II desgl. (Sella?), III Schwarzenstein, IV Floitenthal.

	I.	II.	III.	IV.
$(11\bar{2}1):(10\bar{1}0) =$	—	—	*44° 17′ 44 17½	44° 17′ 44 16 44 17¾
$(0001):(11\bar{2}1) =$	—	—	55 42½	—

Krystalle von der Knappenwand (Sulzbachthal).

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
$(11\bar{2}1):(10\bar{1}0) =$	*44° 17½′ *44 17¾ *44 19½ 44 21	44° 20¾′ *44 18½ 44° 20¾′ und 44° 15¼′ (auf $(11\bar{2}1)$ zwei Refl.)	*44° 19¾′ *44 18½ *44 19½ *44 18½ *44 19½	44° 19′ 44 12¾	44° 15′ 44 16 *44 16 *44 21 44 22	44° 18′ *44 18½ *44 19 *44 18	44° 16¼′ *44 20
$(0001):(11\bar{2}1) =$	55 44	—	*55 43	*55 43¼ 55 42	—	55 41	—
$(0001):(10\bar{1}1) =$	—	—	—	40 11¼	—	—	—
$(0001):(10\bar{1}2) =$	—	23° 10′ 22° 55′ und 22° 59′ (auf (0001) zwei Refl.)	—	—	23 2 22 51	22 53¾ 22 58¼	—
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}2) =$	—	17° 3′	—	—	—	17 18¾	—
$(10\bar{1}1):(20\bar{2}1) =$	—	19 10½	—	—	—	19 10½	—
$(20\bar{2}1):(10\bar{1}0) =$	—	30 35½	—	—	—	30 33½	—
$(11\bar{2}1):(11\bar{2}\bar{1}) =$	—	—	—	*68 34	*68 30¾	—	*68 33¾ *68 35
$(11\bar{2}0):(11\bar{2}0) =$	—	—	—	—	—	—	34 17½ 34 17½
$(10\bar{1}2):(11\bar{2}1) =$	—	37 2½	—	—	—	*37 4¼ *37 6 37 6¾	—
$(21\bar{3}1):(10\bar{1}0) =$	—	30 20¼	—	30 18 30 22	*30 18½	—	30 22¾
$(21\bar{3}1):(11\bar{2}1) =$	13 57½	—	13 56	13 57 13 54¾	*13 57½	—	13 57¼
$(10\bar{1}0):(01\bar{1}0) =$	—	59 59½	60 0⅓	—	—	—	—
$(10\bar{1}0):(0001) =$	—	89 59	—	—	—	90 1	—

VIII.

$(11\bar{2}1):(10\bar{1}0) =$ 44° 20′, 44 19, *44 19½

$(11\bar{2}1):(0001) =$ 55° 41′, 55 42½, *55 43½, 55 42

IX.

$(11\bar{2}1):(11\bar{2}\bar{1}) =$ 68° 33¼′, *68 34¾

$(11\bar{2}0):(11\bar{2}1) =$ 34° 16½′, 34 17

	I.	II.	III.	IV.
$(0001):(20\bar{2}1)$ =	$^*59^0 28'$	—	—	—
$(0001):(10\bar{1}1)$ =	—	$40^0 16'$	—	—
$(0001):(10\bar{1}2)$ =	—	23 3 *22 58 22 $57\frac{1}{4}$ 22 $54\frac{1}{4}$ *22 $53\frac{1}{2}$	—	—
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}2)$ =	—	*17 18 *17 19 17 $19\frac{1}{2}$	—	—
$(10\bar{1}1):(20\bar{2}1)$ =	19 $10\frac{1}{2}$	19 10	—	—
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}0)$ =	—	49 $42\frac{1}{4}$ *49 $42\frac{3}{4}$ 49 42 *49 43	$^*49^0 43\frac{1}{2}'$ *49 $43\frac{1}{2}$ 49 $45\frac{3}{4}$	$49^0 42\frac{3}{4}'$ 49 $40\frac{1}{4}$ 49 $41\frac{1}{4}$
$(20\bar{2}1):(10\bar{1}0)$ =	*30 $31\frac{1}{2}$ 30 $31\frac{1}{2}$ 30 32	30 33	—	—
$(11\bar{2}1):(11\bar{2}\bar{1})$ =	—	—	*68 $33\frac{1}{4}$	—

An zwei kleinen, mit III unregelmässig verwachsenen Krystallen wurde noch je eine Kante $(10\bar{1}1):(10\bar{1}0)$ gemessen und gefunden $^*49^0 43'$ und $49^0 42'$. Das Mittel aus sämmtlichen Werthen für diese Kante (wobei die mit * bezeichneten doppelt gerechnet sind) beträgt $49^0 42' 49''$, also sehr nahe mit dem geforderten Werthe $49^0 43'$ übereinstimmend.

Krystall I ist klein, wasserhell, II ziemlich gross, dicktafelförmig, wasserhell, nur stellenweise etwas trübe, zeigt vorherrschend $\{0001\}$, $\{10\bar{1}2\}$, $\{10\bar{1}1\}$ und $\{10\bar{1}0\}$; III gross, dünntafelig, wasserhell, jedoch nur theilweise ausgebildet; IV ziemlich gross, dicktafelförmig, wasserhell, stellenweise schwach getrübt, mit ganz vorherrschenden $\{0001\}$, $\{10\bar{1}1\}$ und $\{10\bar{1}0\}$.

Wenngleich der Unterschied zwischen den Winkelwerthen der Krystalle zweiter und dritter Art nur sehr gering ist, so glaube ich denselben dennoch aufrecht erhalten zu sollen. Für diese Unterscheidung sprechen auch folgende, mit den oben S. 35 angeführten berechneten zu vergleichenden Mittelwerthe.

Krystalle zweiter Art (Knappenwand).

$(0001):(11\bar{2}1)$ (Mittel aus 9 Messungen) = $55^0 42' 40''$

$(11\bar{2}1):(11\bar{2}\bar{1})$ (- - 6 -) = 68 33 38 *)

*) Lässt man den von den übrigen am meisten abweichenden Werth $68^0 30\frac{3}{4}'$ unberücksichtigt, so erhält man $68^0 34' 17''$.

$(11\bar{2}0):(11\bar{2}1)$ (Mittel aus 4 Messungen) $= 34^\circ 17'\ 7\frac{1}{2}''$
$(10\bar{1}2):(11\bar{2}1)$ (- - 4 -) $= 37\ \ 1\ 57\frac{1}{2}$

Krystalle dritter Art (St. Gotthard etc.).

$(11\bar{2}1):(10\bar{1}0)$ (Mittel aus 5 Messungen) $= 44^\circ 17'\ 2\frac{1}{2}''$
$(20\bar{2}1):(10\bar{1}0)$ (- - 4 -) $= 30\ 31\ 54$

Der Winkel $(0001):(10\bar{1}2)$ wurde nicht zum Vergleiche herangezogen, weil er innerhalb zu weiter Grenzen (bis zu 19') schwankend gefunden wurde.

Wir können nunmehr die von Jeremejew aufgestellte Reihe nach steigendem Winkel $(0001):(10\bar{1}1)$ in folgender Weise vervollständigen:

Achmatowsk und Laacher See	40° 6' 21"
Rothenkopf und Ala	40 10 46
Kirjabinsk	40 13 30
Jumilla	40 13 37
Knappenwand	40 15 26
Berg Blagodat und Nordmarken	40 16 10
St. Gotthard, Tavetsch, Schwarzenstein und Floitenthal	40 17 0
Hiddenite-Mine	40 17 45
Turkistan	40 18 10
Smaragdgruben, Ehrenfriedersdorf, Pisek	40 18 30
Schlaggenwald	40 20 0

Auf meine Bitte hatte Herr Prof. J. König, Dirigent der landwirthschaftlichen Versuchsstation in Münster, die grosse Freundlichkeit, drei Analysen auszuführen, und zwar:

1. von Krystall II nebst einigen anderen Krystallen desselben Handstückes vom Rothenkopf;
2. von Krystall VI (von demselben Handstücke wie I, II und III) von der Knappenwand;
3. von Krystall III vom Schwarzenstein.

Ueber das Ergebniss theilte er mir Folgendes mit. Das feine Pulver wurde mit verdünnter Salpetersäure (1 : 2) in der Kochhitze behandelt und das hierdurch nicht Gelöste (anhängende Theilchen von Chlorit, Strahlstein, Feldspath etc.) in Abzug gebracht. Das Ungelöste betrug bei 1. 0,29 %, bei 2. 1,29 %, bei 3. 8,10 %. In Procenten des löslichen Antheiles ergab sich:

	1. Rothenkopf:	2. Knappenwand:	3. Schwarzenstein:
Phosphorsäure	42,67	43,05	42,60
Kalk	54,45	56,01	55,20

	1. Rothenkopf:	2. Knappenwand:	3. Schwarzenstein:
Eisenoxyd + Thonerde	0,19	0,59	0,22
Chlor	0,085	0,028	Spur (nicht wägbar)

Leider waren, wie Prof. König hervorhebt, die Mengen etwas zu gering, um die Bestimmung des Chlors mit hinreichend grosser Quantität Substanz ausführen und auch die Bestimmungen wiederholen zu können. Dennoch stimmt, wie man sieht, das Resultat der Analysen hinsichtlich des Chlorgehaltes vollkommen mit der Annahme überein, dass mit zunehmendem Chlorgehalte der Normalenwinkel (0001):(10$\bar{1}$1) kleiner werde. Allerdings sollte man z. B. bei den Krystallen vom Rothenkopf, entsprechend den Angaben von Pusyrewsky, einen grösseren Chlorgehalt erwarten. Das geringe, noch in meinem Besitze befindliche Material möchte ich indess nicht gern für weitere Analysen opfern.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes mittelst Wasserwägung führte ich aus: 1. an Krystall IV vom Rothenkopf bei 12° C., 2. an einem ziemlich grossen, aber etwas trüben und einige fremde Einschlüsse enthaltenden Krystall von der Knappenwand bei 12° C., 3. an Krystall II vom St. Gotthard (Sella ?) bei 10° C. Dabei fand ich für

1. 3,1495
2. 3,1530
3. 3,2154.

Auch diese Zahlen fügen sich der von Pusyrewsky aufgestellten Regel, dass mit zunehmendem Chlorgehalte das specifische Gewicht des Apatit sich vermindere.

Mit den obigen Resultaten harmonirt nun auch in interessanter Weise das Verhalten der Krystalle vom Rothenkopf, der Knappenwand und vom Schwarzenstein (desgl. vom Floitenthal und St. Gotthard) beim Aetzen mit Schwefelsäure von verschiedener Concentration. Wenn auch die betreffende Untersuchung*) noch nicht abgeschlossen ist, so ergab sie doch schon mit Bestimmtheit, dass die Krystalle vom Rothenkopf wesentlich andere Erscheinungen zeigen, als die übrigen genannten, welche einander weit näher stehen. Dieses abweichende Verhalten ist es gerade gewesen, welches mich auf die Bedeutung der Winkelverhältnisse und der chemischen Zusammensetzung der verschiedenen Apatitkrystalle für die Ergebnisse der Aetzung besonders aufmerksam gemacht hat.

*) Inzwischen in den Sitzungsberichten d. k. Akad. d. Wiss. zu Berlin als zweite Mittheilung erschienen (s. S. 31). Da die Krystalle vom St. Gotthard, Schwarzenstein etc. mit Schwefelsäure die besten Aetzfiguren lieferten, wurden sie in jener Abhandlung an erster Stelle (als solche erster Art), diejenigen vom Rothenkopf hingegen an letzter Stelle besprochen.

Zum Schlusse theile ich noch die an einigen Krystallen anderer Fundorte angestellten Messungen mit, welche indess nicht hinreichen, um in jedem Falle mit Genauigkeit ein bestimmtes Axenverhältniss daraus abzuleiten.

1. Krystall von Lauine bei Reckingen (Canton Wallis), dem Fundorte des Phenakit. Derselbe ist wasserhell, mehrfach von Sprüngen durchsetzt, nach der Basis tafelartig. Letztere giebt neben dem Hauptreflexe zahlreiche schwächere Nebenreflexe. Ich fand:

$$
\begin{array}{lll}
(11\bar{2}1):(10\bar{1}0) = & {}^{*}44^{0}\,18\tfrac{3}{4}' & \\
(0001):(10\bar{1}1) = & 40\;\;20\tfrac{1}{2}, & 40^{0}\,13\tfrac{3}{4}' \\
(10\bar{1}1):(20\bar{2}1) = & {}^{*}19\;\;\;7, & 19\;\;11\tfrac{1}{2} \\
(20\bar{2}1):(10\bar{1}0) = & {}^{*}30\;\;33\tfrac{1}{4}, & {}^{*}30\;\;31\tfrac{1}{2} \\
(0001):(10\bar{1}0) = & 90\;\;\;0\tfrac{3}{4}, & 89\;\;56\tfrac{3}{4}
\end{array}
$$

Eine sichere Entscheidung darüber, ob dieser Krystall auf das zweite oder das dritte oben angegebene Axenverhältniss zurückzuführen sei, ist hiernach nicht zu treffen. Am meisten nähern sich die Mittel aus obigen Zahlen den Winkelwerthen, welche dem Axenverhältnisse 1 : 0,7340 entsprechen.

2. Ein ziemlich grosser, säulenförmiger und ein sehr kleiner Krystall von Schlaggenwald, beide wasserhell. Bei dem ersteren gaben die Flächen des Protoprismas und der Basis mehrfache Reflexe; überhaupt sind die an demselben erhaltenen Resultate von geringerer Güte.

$$
\begin{array}{lll}
(0001):(10\bar{1}1) = & 40^{0}\;\;9\tfrac{1}{2}', & 40^{0}\,26' \\
(0001):(10\bar{1}2) = & 23\;\;\;5\,, & 22\;\;53\tfrac{1}{2} \\
(10\bar{1}1):(10\bar{1}2) = & 17\;\;21 & \\
(20\bar{2}1):(10\bar{1}0) = & 30\;\;20\tfrac{1}{2}\,, & 30\;\;19
\end{array}
$$

Auch die Messungen an dem kleinen Krystalle lassen zu wünschen übrig. Die am wenigsten zuverlässigen sind eingeklammert. Ich fand:

$$
\begin{array}{lll}
(0001):(10\bar{1}1) = & 40^{0}\,15\tfrac{1}{4}', & 40^{0}\,16\tfrac{1}{4}' \\
(0001):(20\bar{2}1) = & (59\;\;20\tfrac{1}{4}), & 59\;\;26\tfrac{1}{2} \\
(20\bar{2}1):(10\bar{1}0) = & 30\;\;33\tfrac{1}{2} & \\
(10\bar{1}1):(20\bar{2}1) = & (19\;\;\;5), & 19\;\;10\tfrac{1}{4} \\
(11\bar{2}1):(10\bar{1}1) = & 26\;\;44\tfrac{1}{4} & \\
(0001):(11\bar{2}1) = & 55\;\;44\tfrac{1}{4} \text{ und } 55\;\;54\tfrac{1}{2} & \text{(auf (0001) zwei Refl.)} \\
(0001):(10\bar{1}0) = & 90\;\;\;0 &
\end{array}
$$

Angesichts der grossen Differenzen unterlasse ich es, für diese beiden Krystalle ein besonderes Axenverhältniss zu berechnen.

3. Zwei säulenförmig-pyramidale Krystalle von Jumilla (Murcia), vollkommen durchsichtig, gelb. Ich erhielt:

	I.	II.
$(10\bar{1}1):(01\bar{1}1) =$	$37^0 36\frac{1}{2}'$ $37\ 41$	$37^0 42'$ $37\ 38$ $37\ 42$
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}0) =$	$49\ 45\frac{1}{2}$	—
$(10\bar{1}0):(01\bar{1}1) =$	$71\ \ 5\frac{1}{4}$	$71\ \ 8$

Diese Messungen sind als ziemlich gute zu bezeichnen. Der Mittelwerth für $(10\bar{1}1):(01\bar{1}1) = 37^0 39' 54''$ kommt dem von v. Kokscharow ermittelten $37^0 40' 40''$ recht nahe.

4. Dicksäulenförmiger, durch die Grundpyramide und die sehr kleine Basis am nicht aufgewachsenen Ende begrenzter, gelblichgrüner, durchscheinender Krystall von Berg Blagodat (Ural). Die Beschaffenheit der Flächen gestattete nur wenige Messungen, und diese sind von relativ geringer Güte. Es wurde gefunden:

$$(10\bar{1}1):(01\bar{1}1) = 37^0 53\tfrac{3}{4}',\quad 37^0 31\tfrac{1}{2}'$$
$$(10\bar{1}1):(10\bar{1}0) = 49\ 30\tfrac{1}{2},\quad 49\ 30\tfrac{1}{2}$$

5. Dicksäulenförmiger, gleichfalls durch die Grundpyramide geschlossener, durchsichtiger, gelber Krystall von Cerro del Mercado (Durango, Mexico). Die Flächen gaben nur nach starker Zudeckung der von der zu messenden Kante entfernter liegenden Theile ziemlich gute Reflexe. Ich fand:

$$(10\bar{1}1):(10\bar{1}0) = 49^0 36',\quad 49^0 47\tfrac{1}{2}',\quad 49^0 42'$$
$$(10\bar{1}0):(01\bar{1}1) = 71\ \ 5\tfrac{1}{4}',\quad 71\ \ 3$$

V. Vergleichende Beobachtungen an künstlichen und natürlichen Mineralen.

Von

A. Arzruni in Aachen.

(Aus dem mineralogischen Institute der technischen Hochschule.)

Den künstlichen Mineralen ist deswegen eine hervorragende Bedeutung beizumessen, weil sie den Zusammenhang zwischen den Bedingungen ihrer Entstehung und ihren Eigenschaften zu erforschen gestatten — allerdings vorläufig nicht bis in's Einzelne hinein, sondern nur in grossen, allgemeinen Zügen. In manchen Fällen ist dadurch die Möglichkeit geboten, Vergleiche anzustellen zwischen den Eigenschaften dieser Erzeugnisse der Kunst und denen der entsprechenden Producte natürlicher Vorgänge, und sind Rückschlüsse auf die von der Natur gewählten, zu einem bestimmten Ergebnisse führenden Wege gestattet.

Es wäre verkehrt, anzunehmen, dass in der Natur ein bestimmtes Product stets eine Folge derselben Vorgänge sei. Die Beobachtung lehrt vielmehr, dass substantiell Dasselbe oft auf sehr mannigfaltige Weise erreicht werden kann. Die Erfahrung lehrt aber zugleich, dass bei absoluter Identität der Substanz, infolge der Verschiedenheit im Vorgange der Bildung, merkliche, und zwar anscheinend bestimmten Gesetzen unterworfene, Abweichungen in anderer Hinsicht auftreten können. Diese Abweichungen erscheinen bei den Mineralen am deutlichsten in dem Wechsel der äusseren Gestalt, in dem, was man als Habitus des Krystalles zu bezeichnen pflegt.

Es ist bekannt, dass manche Substanz, trotz nachweislich verschiedenartigster Bedingungen, unter denen sie zur Bildung gelangte, sich durch eine auffallende Beständigkeit ihres Habitus auszeichnet, dass wiederum für andere anscheinend unwesentliche, oft kaum festzustellende Aenderungen in den bei der Entstehung waltenden Bedingungen ausreichen, um sich durch eine Abweichung im Krystallhabitus zu offenbaren. — Schon zu

Zeiten von Romé de l'Isle*) kannte man Fälle solchen Wechsels des Habitus infolge anscheinend geringfügigster Ursachen, z. B. schwacher Verunreinigungen der Mutterlaugen durch fremde Körper, welche selbst nicht nachweislich in die Krystalle des sich ausscheidenden Salzes aufgenommen wurden. Diesen ersten Angaben folgten bestätigende Versuche von de Fourcroy und Vauquelin**), von Beudant***), später von C. von Hauer und Anderen. Herrn Lecoq de Boisbaudran†) gelang es, bei seinen schönen Untersuchungen über die Vitriole, auf diese Weise experimentell sogar eine durchgreifendere Aenderung hervorzurufen: polymorphe Modificationen zu erzeugen. — Auf den Einfluss fremder Stoffe beschränkt sich übrigens der Wechsel im Habitus nicht: der Art der Reactionen, dem Aggregatzustande der aufeinander einwirkenden Substanzen, der Concentration der Lösungen, der Temperatur ist daneben unzweifelhaft eine nicht geringe Bedeutung zuzuschreiben. Herr Otto Lehmann führt in seinem ausgezeichneten Werke††) viele Beispiele solcher auf beobachtete Ursachen zurückführbarer Beeinflussungen des Habitus an.

Obwohl es auch an Hypothesen, Verallgemeinerungen und Theorien zur Erklärung dieser Erscheinungen nicht mangelt†††), befinden wir uns, was den causalen Zusammenhang von Habitus und Bedingungen der Bildung der Krystalle betrifft, von einer befriedigenden Erklärung doch noch weit entfernt. Es ist aus diesem Grunde wünschenswerth, dass sich zuverlässige Beobachtungen über den hier in Rede stehenden Gegenstand mehren möchten, dass dabei, wenn möglich, selbst die kleinsten Einzelheiten genau verzeichnet werden, denn diesen kommt oft eine ungeahnte entscheidende Bedeutung zu. Jede sich darbietende Gelegenheit, einen Beitrag nach der angedeuteten Richtung hin zu liefern, muss deshalb willkommen sein.

Sind wir vorläufig auch nicht in der Lage, Fragen von grösserer Tragweite, von allgemeiner Bedeutung zu beantworten, etwa zu entscheiden, warum unter gegebenen Verhältnissen bei einem und demselben Minerale dieser und nicht jener Habitus entsteht, so können wir doch schon Thatsachen verzeichnen, die uns der Lösung jener Fragen näher bringen. Gegenwärtig müssen wir uns mit der Aufgabe bescheiden, den Zusammenhang zwischen Habitus und Bedingungen der Entstehung festzustellen oder höchstens noch einen Schritt weiter gehen und uns vielleicht aus dem Habitus eines Minerals auf die chemischen und physikalischen Vorgänge bei seiner Bildung einen Rückschluss erlauben. — Freilich dürfen solche

*) Cristallogr. 2me édit. 1783, **1**, 379. Note 278.

) Ann. de chim. An VIIe (1799), **31, 66 und ebenda An VIIIe (1799), **32**, 130.

***) Ann. des mines 1818, **3**, 239—274 und 289—344.

†) Bull. soc. chim. 1867 (2), **8**, 5. Ann. chim. phys. 1869 (4), **18**, 255.

††) Molekularphysik 1888, **1**, 303 ff.

†††) Otto Lehmann, op. cit. **1**, 300—303.

Schlüsse als lediglich für je einen concreten Fall, d. h. je eine Mineralart gültig angesehen werden, aber es ist immerhin ein Gewinn, wenn wir aus dem geometrischen Verhalten eines Minerals allein die geologischen Bedingungen, die während seiner Bildung geherrscht haben, mit einiger Sicherheit in unserem Geiste wieder aufbauen können. — Es wäre ein unzweifelhafter Gewinn, wenn wir bei allen unter verschiedenen Bedingungen sich bildenden Mineralien etwa so weit wären wie beim Quarz, beim Titanit, bei den Feldspäthen und einigen anderen, und es ihrem Habitus, ihren Gestaltencombinationen absehen könnten, ob sie aus Lösungen oder aus dem Schmelzflusse entstanden sind, ob ihr Ursprung auf Sublimation, auf eine Wechselwirkung von Dämpfen oder von Lösungen und dergleichen mehr zurückzuführen ist. Darum gebührt der Mineralsynthese eine unstreitig grosse Bedeutung und den französischen Gelehrten, welche zu dem Aufbaue dieser wichtigen Richtung der mineralogischen Forschung in erster Linie und in hervorragender Weise beigetragen haben, ein unschätzbarer Verdienst um die Wissenschaft.

Von diesen Gedanken geleitet, hielt ich es für lohnend, durch goniometrische Untersuchungen die Aehnlichkeiten wie die Verschiedenheiten einiger Minerale, welche einerseits unter zufällig hervorgerufenen künstlichen Verhältnissen, andererseits in der Natur, bei anscheinend entsprechenden Bedingungen, sich bildeten, festzustellen.

1. Sublimirter Hämatit.

Litteratur über künstlichen Eisenglanz.

E. Mitscherlich, Ueber künstliche Krystalle von Eisenoxyd. Pogg. Ann. 1829, **15**, 630—632.

de Haldat, Notice s. l. cristallisation de l'oxide de fer. Ann. ch. et ph. 1831, **46**, 70.

J. F. L. Hausmann, Beitr. z. metallurg. Krystallkunde. Abh. Ges. Wiss. Göttingen 1850, **4**, 238—240 = S. 18—20 des Sonderabdruckes.

Nöggerath (Brand in Wieliczka), N. Jahrb. f. Min. 1844, 324.

de Senarmont, Sur la formation artif. par voie humide de quelques espèces minérales qui ont pu se produire dans les sources thermales sous l'influence combinée de la chaleur et de la pression. Ann. de ch. et ph. 1850 (3), **30**, 129 (speciell S. 145).

F. Hochstetter, Eisenglanz aus der »Ersten österreichisch. Sodafabrik« zu Hruschau. Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. 1854, S. 894.

K. von Hauer, Ueb. d. Darstell. und Zusammensetzung einiger Salze. Wien. Akad. Sitzb. 1854, **13**, 456.

A. Daubrée, Rech. s. l. product. artif. des minéraux de la famille des silicates et des aluminates par la réaction des vapeurs sur les roches. C. r. 1854, **39**, 138.

C. Rammelsberg, Ueber d. sog. oktaëdr. Eisenglanz vom Vesuv und üb. d. Bildung von Magneteisen durch Sublimation. Pogg. Ann. 1859, **107**, 451 (speciell S. 453).

H. Sainte-Claire Deville, Sur un nouveau mode de reprod. du fer oligiste etc. C. r. 1861, **52**, 1264.

Fréd. Kuhlmann, Produc. artif. des oxydes de manganèse et de fer cristallisés etc. C. r. 1861, **52**, 1283 (speciell S. 1286—87).
Boussingault, Sur des cristaux de fer magnétique formés pendant le grillage d'un minerai spatique. C. r. 1876, **83**, 1007.
H. Vater, Künstlicher Eisenglanz. Diese Zeitschr. 1885, **10**, 391.
C. Rammelsberg, Ueber einige seltenere Producte der Sodafabrikation. Journ. f. pr. Chem. N. F. 1887, **35**, 97. Diese Zeitschr. **15**, 115.

Vergl. ferner die Werke:

C. W. C. Fuchs, Die künstl. Mineralien. Haarlem 1872, S. 77—80.
F. Fouqué et A. Michel-Lévy, Synthèse des minéraux et des roches 1882, p. 232—237.
L. Bourgeois, Reproduction artif. des minéraux 1884, p. 64—66.

Litteratur über vulkanischen Eisenglanz:

Gay-Lussac, Reflexions sur les volcans. Ann. ch. et ph. 1823, **22**, 415.
R. Bunsen. Vulcanische Exhalationen. Journ. f. pr. Chem. 1852, **56**, 53—55.
G. vom Rath, Min. Mitth., Ueber d. vulk. Eisenglanz vom Eiterkopfe bei Plaidt etc. (darin auch Angaben über E. von Stromboli). Pogg. Ann. 1866, **128**, 420—423 und 430—31.
A. Scacchi, Contrib. miner. p. servire alla storia dell' incendio vesuv. del mese di Aprile 1872, Parte 2a. Atti R. Accad. sc. fis. e mat. Napoli Vol. 6 (13 dic. 1873), 1874, p. 3—10 d. Sonderabz.
A. von Lasaulx, Min. Notizen — Eisenglanz von Biancavilla. Diese Zeitschr. 1879, **3**, 294—98.
G. vom Rath, Eisenglanz etc. von Ascension. Diese Zeitschr. 1882, **6**, 192—193.
Alex. Schmidt, Min. Notizen. Hämatit a. d. Hargita-Geb. Diese Zeitschr. 1883, **7**, 547—51.
G. Struever, Ematite di Stromboli. Accad. d. Lincei, Mem. cl. sc. fis. ecc. (4) **6** (seduta del 6 maggio 1889), 1889, p. 153—60.

Ausserdem wurden benutzt:

F. Hessenberg, Min. Notizen., N. F. 1863, Heft 2 (= Nr. 5), 43—44; 1864, Heft 3 (= Nr. 6), 1—6; 1868, Heft 5 (= Nr. 8), 33—34; 1870, Heft 6 (= Nr. 9), 53—59.
G. Struever, Studi crist. intorno alla ematite di Traversella. Atti R. Accad. Torino, Vol. VII, 1872. — Adunanza del 17. Dic. 1871. (Sonderabzug, 53 Seiten.)
H. Bücking, Krystallogr. Studien am Eisenglanz etc. Diese Zeitschr. 1877, **1**, 562—582 und »Nachtrag« — ebenda, 1878, **2**, 416—424.
G. Flink, Min. Notiser II. Bih. Sv. Vet.-Akad. Handl. Bd. 13, afd. II, No. 7 (p. 23—34 des Sonderabzuges). Ref. in dieser Zeitschr. **15**, 85.

Vergl. auch die Werke von Miller (1852) und Goldschmidt (1886).

Die von Hausmann (Beiträge etc. p. 19 d. Sonderabr. = p. 239 des 4. Bdes. der Abh. Ges. Göttingen) citirte Arbeit von Covelli in »Ann. d. Chem. XXVI, 419« habe ich weder in dem genannten Bande, noch in der citirten Zeitschrift, ja überhaupt nicht finden können.

Das zur Vergleichung vorliegende Material entstammt zum Theil der »Ersten österreichischen Sodafabrik« in Hruschau, Oesterreichisch-Schlesien, und ist mir durch die Gefälligkeit des Besitzers derselben, des Herrn Dr. Heinrich von Miller-Aichholz in Wien zugegangen. Genanntem Herrn, welcher dem hiesigen mineralogischen Institute schon manches in-

teressante Kunstproduct zum Geschenk gemacht hat, möchte ich nicht unterlassen, auch an dieser Stelle für seine Freigebigkeit meinen wärmsten Dank zu wiederholen. — Der andere Theil rührt von den Schlacken der Vesuvlava von 1872 her, welche sich bekanntlich als gewaltiger Strom nach dem Atrio del Cavallo ergoss, den Ort San Sebastiano überschwemmte und verbrannte. Die Bildung des Hämatits ist in beiden Fällen allem Anscheine nach eine durchaus ähnliche und kommt schliesslich auf eine Zersetzung von sublimirendem Eisentrichlorid durch Wasserdampf hinaus.

Die Krystalle von Hruschau sind in ihrem Habitus den vesuvischen so täuschend ähnlich, dass ein Vergleich beider sich von selbst aufzwang. Ueber die Bildung der ersteren berichtet Herr von Miller in einem Briefe d. d. Wien 29./3. 1889 wie folgt:

»Die Krystalle stammen aus dem Pflaster unserer Sulfatöfen. Es sind Muffelöfen, deren Muffel aus feuerfesten Steinen gebildet ist und einen aus grossen Thonplatten gebildeten Boden hat. Die Feuerung zieht zuerst oben, über das Gewölbe der Muffel und geht dann unter den Thonplatten durch. Das Stück, das ich Ihnen sandte, ist von einer solchen Platte. Die Krystalle finden sich dort, wo eine Platte Sprünge hat. Es ist möglich, dass, wenn Sie das Stück zerschlagen, Sie innen noch mehr Krystalle finden. — Die Entstehung denke ich mir nun in der Weise: Unsere Schwefelsäure ist eisenhaltig, da sie aus Schwefelkiesen erzeugt wird. Kommt sie im Sulfatofen mit $NaCl$ zusammen, so entsteht $FeCl_3$, welches sich vielleicht mit dem Sauerstoffe der Luft in Fe_2O_3 und Cl oder mit Wasserdampf in Fe_2O_3 und HCl zersetzt. In den Rissen und Hohlräumen der Platten können sich die Krystalle ungestört ausbilden.«

Der Vorgang, wie ihn Herr von Miller schildert, ist schon von Mitscherlich auf Grund bekannter Umsetzungen zwischen Eisensesquioxyd und Salzsäure einerseits und Eisentrichlorid und Wasser andererseits für die Bildung des Hämatits in einem Töpferofen der Oranienburger Fabrik in Anspruch genommen worden. Einige Jahre vorher hatte aber bereits Gay-Lussac (l. c.) die Entstehung der natürlichen sublimirten Hämatitkrystalle in derselben Weise erklärt. Dieser Ansicht schloss sich später auch Herr R. Bunsen (l. c.) an, indem er die Entstehung des Hämatits sowohl am Vesuv, als auch am Hekla der gleichen Reaction zuschrieb. Ferd. Hochstetter (l. c.) wandte diese Erklärung auf den speciell in Hruschau sich bildenden Hämatit an.

Eine andere Möglichkeit — es war mein verehrter College Herr Prof. Dr. A. Michaelis, der mich darauf aufmerksam machte — wäre, dass im Sulfatofen eine Zersetzung der in der Schwefelsäure enthaltenen Eisenoxydsulfate zur Krystallisation führte. Auch diese Bildungsweise hebt übrigens (wie ich nachträglich sah) schon Mitscherlich hervor, indem er (l. c.) wörtlich sagt: »Das Eisenoxyd hat eine grosse Neigung zum Krystallisiren,

denn aus salpetersaurem, schwefelsaurem Eisenoxyde oder aus wasserhaltigem Chloreisen durch Glühen dargestellt, ist es ganz krystallinisch.«

Um einigen Aufschluss über die mich beschäftigende Frage zu erlangen, habe ich, auf Anrathen des Herrn Michaelis, Stücke der Thonplatte fein gepulvert und mit destillirtem Wasser ausgekocht. Das nur sehr schwach saure Filtrat ergab eine ebenso starke Reaction auf Schwefelsäure, wie auf Chlor, was darauf hinweist, dass die Thonplatte sowohl mit löslichen Sulfaten, als auch mit Chloriden durchtränkt worden ist. — Ein ähnlicher Versuch mit der Hämatit-führenden porösen Lava (Schlacke) von San Sebastiano ergab mir nur eine Reaction auf Chlor.

Dass nicht die zur Erzeugung der Soda in Anwendung kommenden Substanzen allein die Bildung des Hämatits veranlassen können, geht aus den von Herrn H. Vater (l. c.) wiedergegebenen Beobachtungen des Herrn Dr. C. Reidemeister hervor. Danach entstammt das Eisen wie das Chlor, welche in der Sodafabrik »Hermannia« zu Schönebeck a/Elbe zunächst zu Eisentrichlorid zusammentreten und weiter die Entstehung von Eisenglanz veranlassen, den zur Heizung verwendeten Braunkohlen. In diesem Falle wäre also die Bildung des Hämatits von den eigentlichen chemischen Processen der Sodafabrikation gänzlich unabhängig.

Was die mir vorliegenden Hruschauer Krystalle interessant macht, ist das Auftreten an ihnen der Gestalt $\chi\{\bar{2}\bar{1}32\}$. Und zwar ist sie nicht nur an allen untersuchten Krystallen festgestellt worden, sondern tritt so sehr hervor, dass durch sie der Habitus mit beeinflusst wird. Sie ersetzt so zu sagen die fehlende Gestalt $n\{22\bar{4}3\}$. Bemerkenswerth ist ihr Auftreten auch an den Krystallen von San Sebastiano.

Während Mitscherlich am künstlichen Hämatit von Oranienburg nur $c\{0001\}$ und $r\{10\bar{1}1\}$, Herr H. Vater an den Schönebecker Krystallen ausserdem noch $n\{22\bar{4}3\}$ beobachtete, boten die Hruschauer eine vierzählige Combination, bestehend aus $c\{0001\}$, $r\{10\bar{1}1\}$, $a\{11\bar{2}0\}$ und $\chi\{\bar{2}\bar{1}32\}$. Die Krystalle sind sämmtlich tafelförmig nach c, bis zu 2 mm im Durchmesser. Ihre Flächen sind glatt und stark metallisch glänzend, ihre Farbe schwarz. Die Messungen, wie aus dem Nachstehenden ersichtlich, sind ziemlich befriedigend ausgefallen, wobei betont werden muss, dass die Mehrzahl der Einzelbeobachtungen mit der Rechnung in viel näherer Uebereinstimmung standen, als es die Grenzwerthe veranschaulichen. Diese letzteren haben auch die Mittel erheblich beeinträchtigt, durften aber nicht willkürlich ausgeschlossen werden.

Messungen am Hämatit von Hruschau.

	Zahl:	Grenzwerthe:	Mittel:	Rechnung*):
$(11\bar{2}0):(12\bar{3}2)$	12	27°32′—28°15′	27°47′	27°47′
$(0001):(12\bar{3}2)$	12	63 43 — 64 37	64 11	64 17

*) Die Zahlen dieser Spalte sind Miller entlehnt.

	Zahl:	Grenzwerthe:	Mittel:	Rechnung:
$(0001):(11\bar{2}0)$	2	89° 44′ — 89° 58′	89° 51′	90° 0′
$\{(2\bar{1}\bar{1}0):(12\bar{3}2)$	7	72 19 — 73 3	72 42	72 54
$(12\bar{3}2):(\bar{1}3\bar{2}2)$	5	34 13 — 34 25	34 17	34 18
$(0001):(10\bar{1}1)$	2	58 9 — 58 10	58 9	57 30
$\{(10\bar{1}1):(12\bar{3}1)$	10	35 31 — 36 33	36 7	36 9
$(12\bar{3}1):(\bar{1}2\bar{1}0)$	10	53 18 — 54 25	53 50	53 51

Auch aus der »Hermannia« zu Schönebeck a/Elbe lag mir eine Stufe mit kleinen, höchstens 1 mm im Durchmesser erreichenden, dicktafelförmigen, stark metallisch glänzenden, schwarzen Krystallen von Hämatit vor, welche mir Herr Dr. C. Reidemeister vor längerer Zeit zu senden die Güte hatte. Ich beobachtete daran die Gestalten $c\{0001\}$, $n\{22\bar{4}3\}$, $r\{10\bar{1}1\}$, wie Herr Vater, ausserdem aber noch $a\{11\bar{2}0\}$ und das inverse Rhomboëder $o\{\bar{1}01\bar{4}\}$*). Diese letztere Gestalt ist meines Wissens nur einmal an künstlichen Krystallen des Hämatits erwähnt worden und zwar von H. Sainte-Claire Deville, welcher (l. c.) ihren Winkel zu $c\{0001\}$ gleich 21° 10′ (statt des theoretischen 21° 25′) bestimmte. Hinsichtlich der Beschaffenheit der Flächen möchte ich bemerken, dass sie recht vollkommen spiegelnd sind. Die Fläche $c\{0001\}$ ist an vielen Krystallen dreieckig gestreift parallel ihren Combinationskanten mit $r\{10\bar{1}1\}$, häufig auch lamellar aus dreieckig begrenzten über einander geschichteten Platten aufgebaut. Die an dem geeignetsten Kryställchen gewonnenen Werthe mögen hier Platz finden.

Winkelwerthe des Hämatits von Schönebeck.

	Zahl:	Grenzwerthe:	Mittel:	Rechnung:
$\{(0001):(22\bar{4}3)$	6	60° 59′ — 61° 31′	61° 12,′5	61° 7′
$(22\bar{4}3):(11\bar{2}0)$	2	28 46 — 29 2	28 54	28 53
$(22\bar{4}3):(22\bar{4}\bar{3})$	2	57 28 — 57 30,5	57 29	57 44
$(0001):(10\bar{1}1)$	1	—	57 48	57 30
$(0001):(\bar{1}01\bar{4})$	1	—	21 24	21 25
$(\bar{1}01\bar{4}):(10\bar{1}1)$	1	—	100 48	101 5

Am künstlichen Hämatit wären demnach im Ganzen bisher sechs einfache Gestalten beobachtet worden.

Der tafelförmige oder flachprismatische Habitus der 7 mm Durchmesser erreichenden Krystalle von San Sebastiano ist wie derjenige der künstlichen, durch das Vorherrschen der Gestalt $c\{0001\}$ und durch das stets deutliche Deuteroprisma $a\{11\bar{2}0\}$ bedingt. Bei grösserer Dünne sind die

---

*) Da es usuell geworden ist, die zur Axe c normal gelegene Ebene mit demselben Buchstaben (c) zu bezeichnen, so wende ich für $\{\bar{1}014\}$, welches Miller mit der Signatur c versehen hat, Herrn Bücking folgend, den Buchstaben o an.

Tafeln schön blutroth durchsichtig. Die dickeren zeigen den gewöhnlichen starken Metallglanz und eine ideelle Ebenflächigkeit.

Aus der folgenden tabellarischen Zusammenstellung sämmtlicher mir bekannt gewordener Gestalten am vulkanischen Hämatit ist zu ersehen, dass, wenn auch der Habitus meist derselbe bleibt, eine ziemliche Mannigfaltigkeit in den Combinationen zum Vorscheine kommen kann. Bei gestaltenreichen Krystallen überwiegen, scheint es, Deuteropyramiden und Skalenoëder. Unzweifelhafte Zwillinge, wie sie vom Rath, Herr A. Scacchi, Herr Struever und Andere schildern, habe ich nicht beobachtet.

(S. die Tabelle auf S. 52.)

Ausser den angeführten Gestalten beobachtete ich noch drei inverse Skalenoëder, welche indessen nicht sicher bestimmt werden konnten. Sie treten als äusserst schmale, wenig deutliche, wenn auch genau in der Zone [$\bar{1}2\bar{1}0 : 10\bar{1}1$] gelegene Flächen auf. Da sie nur mit je einer Fläche auftreten und, wie aus den weiter anzuführenden Zahlen ersichtlich wird, mit wenig befriedigendem Ergebniss gemessen werden konnten, habe ich sie in das vorstehende Gestaltenverzeichniss nicht aufgenommen. Wollte man sie symbolisiren, so würden sie am Nächsten den Ausdrücken {$3\bar{1}41$}, {$4\bar{2}61$} bezw. {$8.\bar{6}.14.1$} entsprechen. Die Gestalt {$4\bar{2}61$} ist bereits von Lévy beobachtet und bei Miller mit der Signatur β versehen worden. Die beiden anderen wären neu.

Die Ergebnisse meiner Messungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt, wobei der Berechnung, wie auch oben, die Werthe Miller's zu Grunde gelegt worden sind.

Winkelwerthe des Hämatits von San Sebastiano.

Signaturen:	Symbole:	Zahl:	Grenzwerthe:	Mittel:	Rechnung:
$a : n$	$(11\bar{2}0):(22\bar{4}3)$	10	28° 33′ — 29° 2′	28° 44′	28° 53′
$n : \pi$	$(22\bar{4}3):(11\bar{2}3)$	2	18 22 — 18 40	18 31	18 56
$\pi : c$	$(11\bar{2}3):(0001)$	2	42 33 — 42 50	42 41,5	42 11
$n : c$	$(22\bar{4}3):(0001)$	7	61 9 — 61 35	61 17,5	61 7
$c : \iota$	$(0001):(42\bar{6}5)$	3	58 59 — 59 9	59 4	58 57
$i : k$	$(42\bar{6}5):(21\bar{3}1)$	1	—	17 24	17 31
$k : \chi'$	$(21\bar{3}1):(12\bar{3}2)$	1	—	39 13	39 39
$\chi : c$	$(12\bar{3}\bar{2}):(000\bar{1})$	1	—	64 21	64 17
$c : r(\eta)$	$(0001):(10\bar{1}1)$ $(\bar{1}011)$	4	57 31 — 57 39	57 35	57 30
$r : k$	$(10\bar{1}1):(21\bar{3}1)$	2	25 11 — 25 35	25 23	25 46
$k : a$	$(21\bar{3}1):(11\bar{2}0)$	2	16 52 — 17 20	17 6	17 19
$r : a$	$(10\bar{1}1):(11\bar{2}0)$	7	42 44 — 43 20	42 58	43 5
$r : r'$	$(10\bar{1}1):(0\bar{1}11)$	1	—	94 1	93 50

Erster Beobachter*)	Gestalten**)	Plaidt vom Rath	Biancavilla von Lasaulx	Hargita-Geb. Alex. Schmidt	Ascension vom Rath	Stromboli		Vesuv	
						vom Rath	Struever	A. Scacchi	Arzruni
De l'Isle	$^*c\{0001\}$	+	+	+	+	+	+	+	+
Derselbe	$^*a\{11\bar{2}0\}$		+	+	+	+	+	+	+
Steno	$^*r\{10\bar{1}1\}$	+	+	+	+	+	+	+	+
De l'Isle	$s\{\bar{2}021\}$		+	+					
Dana	$S\{\bar{5}054\}$					+			
	e' Flink								
Haüy	$\eta\{\bar{1}011\}$		+						+
Haidinger	$e\{\bar{1}012\}$		+	+	+	+	+	+	
Miller	$^*o\{\bar{1}014\}$				+				
Dana	$V\{\bar{1}016\}$		+						
Steno	$y\{\bar{1}018\}$					+			
Lévy	$\pi\{11\bar{2}3\}$		+						+
Steno	$^*n\{22\bar{4}3\}$	+	+	+	+	+		+	+
Breithaupt	$L\{44\bar{8}3\}$							+	
Miller	$x\{5.5.\bar{10}.3\}$							+	
Haüy	$z\{22\bar{4}1\}$							+	
A. Scacchi	$k_3\{7.7.\bar{14}.3\}$							+	
Derselbe	$k_4\{8.8.\bar{16}.3\}$							+	
Derselbe	$k_5\{33\bar{6}1\}$							+	
Lévy	$k\{21\bar{3}1\}$							+	+
v. Lasaulx***)	$\{21\bar{3}5\}$		+						
Lévy	$i\{42\bar{6}5\}$		+					+	+
Haüy	$m_1\{52\bar{7}6\}$							+	
A. Scacchi	$m_2\{62\bar{8}7\}$								
Struever	$m_3\{72\bar{9}8\}$								
A. Scacchi	$m_4\{8.2.\bar{10}.9\}$								
	ω Flink								
Miller	$^*\chi\{\bar{2}\bar{1}32\}$			+		+			+

*) Diese Spalte verzeichnet nicht den ersten Beobachter der Gestalt am vulkanischen, sondern am Hämatit überhaupt. Steno, Haidinger, Breithaupt citire ich auf die Autorität des Herrn Struever hin.

**) Die mit * versehenen Gestalten sind dem vulkanischen und künstlichen sublimirten Hämatit gemeinsam. — Herr A. Scacchi hat die Formen $\{44\bar{8}3\}$ bis $\{33\bar{6}1\}$ mit k bis k_5 bezeichnet. Da der Buchstabe k bereits für $\{21\bar{3}1\}$ vergeben war, habe ich ihn durch L, k_1 und k_2 aber durch Miller's z bezw. x ersetzt. Ebenso ist an Stelle von m des Herrn Scacchi für $\{42\bar{6}5\}$ das ältere i Miller's eingesetzt worden. Für Herrn Dana's $\{\bar{5}054\}$ bezw. $\{\bar{1}016\}$, die noch keine Signaturen besassen, mögen S bezw. V in Anwendung kommen. Die Buchstabenbezeichnung des Herrn V. Goldschmidt habe ich nicht angenommen, weil sie überflüssige Veränderungen enthält.

***) v. Lasaulx sagt (l. c. S. 294) ausdrücklich, er habe an den Krystallen von Biancavilla keine neuen Flächen gefunden. Das directe Skalenoëder $\{21\bar{3}5\}$ ist indessen weder im Verzeichnisse Hessenberg's, noch in denjenigen der Herren Struever

Signaturen:	Symbole:	Zahl:	Grenzwerthe:	Mittel:	Rechnung:
$i : a$	(42$\bar{6}$5):(11$\bar{2}$0)	2	32°19′—32°49′	32°34′	32°34′
$a : \chi$	(1$\bar{2}$10):(3$\bar{2}\bar{1}$2)	1	—	54 9	53 51
$\chi : n$	(3$\bar{2}\bar{1}$2):(4$\bar{2}\bar{2}$3)	1	—	9 58	10 11
$a : n$	(1$\bar{2}$10):(4$\bar{2}\bar{2}$3)	10	63 56 — 64 13	64 1	64 2
$n : i$	(4$\bar{2}\bar{2}$3):(6$\bar{2}\bar{4}$5)	5	9 33 — 9 56	9 45	9 41
$i : r$	(6$\bar{2}\bar{4}$5):(10$\bar{1}$1)	6	15 34 — 16 36	16 8	16 17
$n : r$	(4$\bar{2}\bar{2}$3):(10$\bar{1}$1)	8	25 47 — 26 16	25 56,5	25 58

An den nicht sicher bestimmten Gestalten {$\bar{3}\bar{1}$41}, {$\bar{4}\bar{2}$61} und {$\bar{8}$.$\bar{6}$.14.1} wurden folgende Werthe gegen n{22$\bar{4}$3} und a{11$\bar{2}$0} gewonnen:

	Gemessen:	Berechnet:
(1$\bar{2}$10):(8.$\overline{14}$.6.1)	= 16°10′	16°21′
(4$\bar{2}\bar{2}$3):(8.$\overline{14}$.6.1)	= 47 53	47 41
(1$\bar{2}$10):(4$\bar{6}$21)	= 36 24	34 23,5
(4$\bar{2}\bar{2}$3):(4$\bar{6}$21)	= 27 34	29 38,5
(1$\bar{2}$10):(3$\bar{4}$11)	= 47 29	45 45,5
(4$\bar{2}\bar{2}$3):(3$\bar{4}$11)	= 16 29	18 16,5
(3$\bar{4}$11):(4$\bar{6}$11)	= 11 5	11 22

Als Ergebniss vorstehender Beobachtungen sei noch einmal die Beständigkeit des Habitus des sublimirten Hämatits — möge er natürlichen oder künstlich hervorgerufenen Vorgängen entstammen — hervorgehoben. Dabei ist ein Wechsel in den Combinationen allerdings nicht ausgeschlossen, worauf neulich mit Recht Herr Strüver (l. c. 1889, S. 160) aufmerksam machte, unter Hinzufügung der Bemerkung, dass diese Erscheinung auch an Krystallen desselben Fundortes und zwar sogar dann zum Vorscheine kommt, wenn sich in den Bedingungen ihrer Entstehung keine merkliche Verschiedenheit feststellen lässt.

Zum Schlusse noch einige Correcturen zu den citirten Arbeiten und einige Bemerkungen.

Miller, S. 236 Z. 12 v. o. statt *nb* lies: *hb*.

- - Fig. 252 in der Zone *bos* statt *r* lies: γ.

Hessenberg, Min. Not. N. F. 1864, 3 (= Nr. 6).

S. 5 Z. 6 v. u. statt 1858 lies: 1852.

- 6 - 9 - o. - Φ - φ.
- 6 - 19 - o. - Ψ - ψ.
- 6 - 22 - o. - $\frac{1}{2}a : a : \frac{1}{2}a : c$ lies: $\frac{1}{2}a : \frac{1}{4}a : \frac{1}{2}a : c$.
- 6 - 3 - u. - λ lies: χ.

---

und Bücking enthalten, wohl aber wird in denselben die von Herrn N. J. Kokscharow zuerst beobachtete entsprechende inverse Gestalt {$\bar{2}\bar{1}$35} verzeichnet. Ich will nicht entscheiden, ob von Lasaulx diese letztere beobachtet, ein Druckfehler ihn aber Unbeabsichtigtes ausdrücken lassen hat.

Ich ersetze hier die Buchstaben Φ und ♃ durch φ bezw. ψ Miller's, weil Hessenberg seine Signaturen sonst Miller entlehnt hat. Die letzte Correctur hat auch schon Herr Goldschmidt (Index 1886, **1**, 538) ausgeführt.

C. W. C. Fuchs l. c. S. 78 Z. 3 v. u. citirt »Fickentscher, Pogg. Ann. 1829, **71**«. In der erwähnten Zeitschrift giebt es keinen Aufsatz des citirten Verfassers. Ausserdem stimmen Band und Jahreszahl nicht mit einander. Es dürfte die Arbeit Mitscherlich's Pogg. Ann. 1829, **15**, 630 gemeint sein, wo von Fickentscher als erstem Beobachter die Rede ist. Fuchs folgend, hat auch Herr L. Bourgeois l. c. S. 65 Z. 5 v. u. dasselbe irrthümliche Citat wiederholt.

G. Strüver l. c. 1872 (Sonderabzug).

S. 24 Z. 2 v. u. statt $2a : a : 2a : \frac{3}{4}c$ lies: $2a : a : 2a : \frac{3}{2}c$.

A. Scacchi l. c.

S. 6 Z. 8 v. u. statt (179) lies: $(1\bar{7}9)$.

H. Bücking l. c. 1877.

S. 576 Z. 9 v. u. statt $(10\bar{7}0)$ lies: $(10\bar{1}1)$.
- 578 - 5 - o. - Min. Not. 3. lies: Min. Not. N. F. 3.
- 579 - 10 - u. - ♃ lies: ψ.

(Vergl. hierbei obige Bemerkung zu den Correcturen bei Hessenberg).

S. 581 Z. 14 v. o. statt $^{**}a$ lies: $^{*}a$.
- 581 - 14 - o. - b - $^{*}b$.
- 581 - 15 - o. - $^{**}s$ - $^{*}s$.

A. von Lasaulx l. c.

S. 294 Z. 2 v. u. statt $(62\bar{4}5)$ lies: $(42\bar{6}5)$.

G. vom Rath l. c. 1882.

S. 192 Z. 12 v. o. statt **15** lies: **25**.

F. Fouqué et A. Michel-Lévy (l. c.)

S. 238 Z. 8 v. u. statt Rio lies: Ria.
- 233 - 5 - u. - wird Hausmann citirt »Ann. de ph. et ch. **4**, 153. Ich habe in Bd. 4 keiner der Serien der Ann. de ch. et ph. die gemeinte Stelle gefunden.
- 233 - 3 - u. - **39**, 135 lies: **52**, 1283. Das Citat betrifft nicht die Arbeit Kuhlmannn's, sondern die oben angeführte des Herrn Daubrée.

Es wird in dem ganzen Buche citirt: »Ann. de ph. et ch.« statt »Ann. de ch. et ph.« — Ebenso ist bei Hausmann's Beiträgen die Angabe 1850 und 1859 unrichtig: der Nachtrag ist 1852 veröffentlicht worden.

S. 237 Z. 1 v. o. statt »chlorure de magnésium« lies: »sel marin«.

L. Bourgeois l. c.

S. 65 Z. 7 v. u. wird Hausmann »Ann. de ph. et ch. **4**, 158« citirt. Vergl. oben unter Fouqué.
- 66 - 1 - o. statt Rio lies: Ria.

Auch dieser Autor citirt öfters fälschlich: »Ann. de ph. et chim.« Hausmann's »Beiträge zur metallurgischen Krystallkunde« heissen bei ihm »Beiträge zur Hüttenkunde«.

H. Vater l. c.

S. 392 Z. 9 v. o. statt $(22\bar{4}2)$ lies: $(22\bar{4}3)$.

V. Goldschmidt, Index I.

S. 532 Z. 20 v. o. statt 1875 lies: 1874.
- 538 - 8 - u. - 1865 Seite 39 lies: 1864 Seite 238.

Den »Bemerkungen« des Verfs. in dem Artikel »Eisenglanz« muss man im Allge-

meinen beistimmen. Was er aber mit den Worten: »In der Reihe der Zahlen wäre $+\frac{1}{10}$ statt $+\frac{1}{5}$ zu erwarten« gemeint hat, ist mir unverständlich. Ich kann mir nicht denken, dass Verf. der Natur Gesetze vorschreiben will. — In das Gestaltenverzeichniss sind $\{30\bar{3}5\}$, $\{3.1.\bar{4}.32\}$ und $\{\bar{5}\bar{2}76\}$ nicht aufgenommen, die dabei leitend gewesenen Motive aber nicht angegeben.

Gust. Flink l. c.

S. 25 Z. 5 v. o. statt $96^0 8'$ bezw. 96^0 lies: $86^0 8'$ bezw. 86^0.
- 26 - 4 - o. - $e = \frac{1}{2}R$ lies: $e = -\frac{1}{2}R$.
- 27 - 14 - o. - $(22\bar{4}0)$ - $(11\bar{2}0)$.
- 28 - 19 - o. - $\pi(01\bar{1}8)$ - $x(01\bar{1}8)$.
- 28 - 20 - o. - $(2.0.2.15)$ - $(2.0.\bar{2}.15)$.
- 28 - 1 - u. - (001) - (0001).
- 29 - 6 - u. - $\frac{7}{12}P\frac{13}{12}\,x(84.7.\overline{91}.156)$ lies: $-\frac{7}{12}P\frac{13}{12}\,x(7.84.\overline{91}.156)$.
- 30 - 1 - u. - e lies: c.
- 31 - 7 - o. - (0117) lies: $(01\bar{1}7)$.
- 31 - 14 - o. - $(21\bar{3}2)$ - $(12\bar{3}2)$.
- 33 - 1 - o. - $e = (01\bar{1}1) - R = -\frac{P}{2}$ lies: $e = (01\bar{1}2) - \frac{1}{2}R = \frac{\frac{1}{2}P}{2}$.
- 33 - 5 - o. - $(24\bar{6}5)$ lies: $(42\bar{6}5)$.
- 33 - 15 - u. - wird behauptet, $t(21\bar{3}4)$ stumpfe die Kante zwischen dem positiven und dem negativen »Grundrhomboëder« ab. Die genannte Fläche liegt aber in der Zone $[10\bar{1}1 : 01\bar{1}2]$, was auf Fig. 26 Tafel II vom Verf. auch richtig dargestellt worden ist. Im Text geht aber der Fehler durch.
- 33 - 6 - u. - $(24\bar{6}5)$ lies: $(42\bar{6}5)$.
- 34 - 6 - o. - $(01\bar{1}1)$ - $(01\bar{1}2)$.
- 34 - 7 - o. - $(10\bar{1}1)$ - $(01\bar{1}2)$.
- 34 - 8 - o. - $(01\bar{1}1)$ - $(01\bar{1}2)$.
- 34 - 9 - o. - - - -

Referat derselben Arbeit in dieser Zeitschr. **15** (Bäckström).

S. 86 Z. 23 v. u. statt $-\frac{3}{10}R$ lies: $\frac{3}{10}R$.
- 86 - 21 - u. - $\{0554\}$ - $\{05\bar{5}4\}$.
- 86 - 21 - u. - $\{22\bar{4}0\}P2$ - $\{11\bar{2}0\}\infty P2$.
- 86 - 13 - u. - $\{21\bar{3}2\}$ - $\{12\bar{3}2\}$.

Das von Herrn Flink als neu bezeichnete Skalenoëder $\{8.2.\overline{10}.9\}$ ist bereits von Herrn A. Scacchi (1874) aufgeführt worden, auch hat es Herr Goldschmidt bereits 1886, also zwei Jahre vor dem Erscheinen der Arbeit des Herrn Flink, in sein Verzeichniss aufgenommen. Neu sind bei Herrn Flink — was er nicht hervorhebt — die Gestalten $r'\{3.0.\bar{3}.10\}$, $\lambda^3\{10\bar{1}7\}$, $\alpha^2\{01\bar{1}7\}$, $\lambda^2\{10\bar{1}6\}$, $\lambda^1\{10\bar{1}5\}$, $r^2\{06\bar{6}5\}$ und die unsicher bestimmten $\{0.1.\bar{1}.11\}$, $\{2.0.\bar{2}.15\}$, $\{7.84.\overline{91}.156\}$. Herr Flink wendet für $\{22\bar{4}1\}$, statt des Miller'schen Buchstabens z, ν an, welches lange vor ihm (1877) Herr Bücking für $\{09\bar{9}2\}$ in Anspruch genommen hat.

2. Sublimirter Senarmontit und Valentinit.

Litteratur.

A. Terreil, Des oxydes d'antimoine cristallisés etc. C. r. 1866, **62**, 302 (nicht 1861, **53**, 302, wie Herr Bourgeois angiebt).
C. W. C. Fuchs, Die künstl. dargest. Mineralien. Haarlem 1872, S. 83.
F. Fouqué et A. Michel-Lévy, Synthèse des minéraux etc. Paris 1882, p. 285—287.
L. Bourgeois, Reproduct. artif. des minéraux. Paris 1884, p. 59 et 61.

Soweit ich mich in der Litteratur umgesehen habe, ist mir keine einzige Angabe über die Bildung dieser beiden Mineralien in der Natur auf dem Wege der Sublimation bekannt geworden. Wahrscheinlich verdanken sie ihre Entstehung ausschliesslich oxydirenden Einwirkungen auf Antimonit in oberen Teufen. Wie aber diese Vorgänge stattfinden, d. h. unter welchen Bedingungen die eine oder die andere der beiden heteromorphen Modificationen des Antimonsesquioxyd und nicht die bei weitem häufiger sich bildenden Hydroxyde des Antimons entstehen — darüber dürfte man wohl nicht ganz im Klaren sein.

Als beabsichtigte oder zufällige Erzeugnisse entstehen die beiden Sesquioxyde auch auf dem Wege der Sublimation. Herr Terreil giebt (l. c.) an, dass sich beim Verbrennen von Antimon oder beim Rösten von Antimonit stets Valentinit bilde, während der Senarmontit durch langsame Sublimation des Valentinit »in einem nicht oxydirenden Gase« entsteht.

Wiederum der Güte des Herrn Dr. H. von Miller-Aichholz verdanke ich eine Reihe aus seinem Antimonwerk Schlaining (Szalónak), Comitat Vas, Ungarn, stammender interessanter Stücke. Auf denselben sieht man neben in Körnern und Ueberzügen abgesetztem und durch Realgar (?) gefärbtem Schwefel, sowohl Krystalle des Senarmontits als auch Anflüge derselben Substanz. Es sind Producte der Sublimation, entstanden beim Rösten von Antimonit in Röststadeln. Als ebenfalls in den Röststadeln und zwischen den Ziegeln des Schachtofens gebildet, erhielt ich lose Krystalle des Valentinits.

Um zu erfahren, ob nicht auch in Schlaining ähnliche, wie die von Herrn Terreil hervorgehobenen Erscheinungen bei der Bildung der beiden Modificationen des Antimonsesquioxyd beobachtet wurden, wandte ich mich mit einer Anfrage an Herrn von Miller, welcher die grosse Gefälligkeit hatte, bei dem Director des Antimonwerkes zu Schlaining, Herrn Carl Rochata, nähere Erkundigungen einzuziehen und mir einen darauf bezüglichen Brief des Letzteren d. d. Szalónak, 18./4. 1890 zur Verfügung zu stellen. Aus diesem Briefe entnehme ich Folgendes:

»Beide Arten der krystallisirten antimonigen Säure stammen aus den Röststadeln. Ich habe hier ein sehr hübsches Stück, worauf unmittelbar neben den ca. 2—3 mm grossen gut entwickelten Oktaëdern die Nadeln stehen. Leider lässt sich das Stück nicht transportiren, da sonst alle Krystalle abfallen würden. Ueber die gleichzeitige Entstehung der Nadeln und der Oktaëder ist also gar kein Zweifel. Die Röststadel werden mit Saigerrückständen gefüllt. Am Boden kommt eine Lage Holz ca. 3 cm, dann 30cm Rückstände, dann wieder Holz u. s. f., bis die 1,3 m hohen Kästen angefüllt sind. Die Zeuge brennen dann gewöhnlich ca. 4 Wochen. In den Hohlräumen und an der Oberfläche des Röstgutes bilden sich Krystalle von Antimonoxyd und Schwefel.«

Der Senarmontit tritt vorwiegend in einfachen scharfkantigen diamantglänzenden, farblosen oktaëdrischen Krystallen von beiläufig 1—2 mm Durchmesser auf, zeigt aber manchmal auch die Combination {111}, {110}. Letztere Gestalt ist, meines Wissens, bisher weder am natürlichen noch am künstlichen Senarmontit beobachtet worden. Obwohl die Deutung der Gestalten keinem Zweifel unterlag, habe ich dennoch einige Messungen vorgenommen und folgende Werthe erhalten:

$(111):(1\bar{1}1) = 70^{0}34' - 70^{0}37'$; Theorie: $70^{0}32'$

$(111):(110) = 35\ 16 \quad 35\ 18 \quad 35^{0}21'$; - $35\ 16$

Die Flächen der Krystalle sind sehr eben und vorzüglich spiegelnd. Diejenigen von {111} manchmal mit trichter- oder treppenartigen Vertiefungen versehen, deren Stufen, wie immer in solchen Fällen, parallel den Oktaëderkanten verlaufen. Auf einem der Stücke sind sämmtliche winzige Kryställchen durch Schwefel gelb gefärbt und besitzen nur eine geringe Durchsichtigkeit.

Der Valentinit bietet entweder (in den Exemplaren aus den Röststadeln) durchsichtige, stark lichtbrechende, oder (wenn zwischen den Ziegeln des Schachtofens entstanden) infolge eines nicht näher untersuchten Ueberzuges, weisse, matte Nadeln von höchstens 0,5 mm Dicke, bei einer Länge von oft 2 cm und darüber dar. Diese zarten, nadelförmigen, an beiden Enden leider abgebrochenen Krystalle zeigen eine ihrer Längsausdehnung parallel verlaufende Spaltbarkeit, welche an einem und demselben Krystalle wiederholt auftritt, ohne immer von einem Ende bis zum anderen durchzugehen. Manchmal erscheint der Krystall unten zusammenhängend, während nach oben zu die Spaltlamellen fächerartig auseinanderstehen. Neben dieser sehr vollkommenen Spaltbarkeit zeigt sich, namentlich deutlich unter dem Mikroskope, wie bei so vielen anderen zu nadelförmiger oder stengeliger Ausbildung neigenden Krystallen, eine zur Längsrichtung ziemlich rechtwinklig stehende, fast geradlinig verlaufende Querabsonderung.

Eine genaue Messung der Krystalle ist wegen ihres leichten Krümmens, das schon beim Aufsetzen auf Wachs eintritt, wegen ihrer faserigen Spaltbarkeit und der starken Streifung der Flächen ausgeschlossen. So zeigte es sich in der That, dass das Gesichtsfeld des Goniometerfernrohres, bei einer vollen Umdrehung des Krystalles, fast ununterbrochen hell blieb. Trotzdem traten jedesmal vier schärfere Reflexe hervor. Durch ihre Einstellung ergab es sich, dass sie von Flächen herrühren, die mit einander einen Winkel von beiläufig 43⁰ bezw. 137⁰ einschliessen, was dem Winkel $p:p$, d. h. $(110):(1\bar{1}0)$ der von den Herren Groth und Laspeyres*) gewählten Aufstellung entspricht. Da durch Spaltung der dünnen Nadeln

*) Diese Zeitschr. 1884, 9, 162—185.

immer wieder derselbe Werth erhalten wurde, so ist nicht zweifelhaft, dass die Spaltungsflächen dieser Gestalt und nicht etwa {010} angehören.

An zwei Krystallen wurde als Mittel von 8 Beobachtungen erhalten:

$(110):(1\bar{1}0)$ 42°59′ (Grenzwerthe: 42°50′—43°8′)

während Herr Laspeyres (l. c.) 42°45′ berechnete und als Mittel zahlreicher Beobachtungen 43°3′ angiebt. Die Uebereinstimmung kann demnach, unter Berücksichtigung der höchstens 0,5 mm und oft kaum 0,1 mm betragenden Breite der Flächen, als durchaus befriedigend bezeichnet werden.

Zahlreichere Messungen anzustellen hielt ich für zwecklos.

Angesichts der neueren Untersuchungen der Herren Des-Cloizeaux*) und Alex. Schmidt**), welche die Zugehörigkeit des Claudetits zum monosymmetrischen System dargethan haben, wäre es gewiss von Interesse gewesen, genaue Beobachtungen an dem bisher als isomorph mit dem Claudetit geltenden Valentinit vorzunehmen. Die mir zu Gebote stehenden Krystalle liessen eine Entscheidung nach dieser Richtung hin nicht zu. Abgesehen davon, dass die Messungen sich nur auf eine Zone beschränken mussten, war auch auf optischem Wege nichts zu erreichen. Unter dem Mikroskop erwies sich eine Auslöschungsrichtung, soweit sich dies bei den leicht eintretenden Krümmungen der Krystalle beurtheilen lässt, als der Verticalaxe parallel verlaufend. Sicheres auszusagen ist also späteren Beobachtungen an günstigerem Materiale vorbehalten.

Aus Vorstehendem ist vielleicht der Schluss zu ziehen, dass der durch Sublimation entstandene Senarmontit eine Neigung zur Bildung weniger einfacher Krystalle aufweist. Bezüglich des Valentinits würde sich vielleicht auf Grund der hier niedergelegten Angaben der entgegengesetzte Schluss ziehen lassen dürfen.

3. Bei hoher Temperatur gebildeter Cuprit.

Litteratur.

E. Mitscherlich, Abhandl. Berl. Akad. Phys. Kl. 1822—1823, S. 34.
J. F. L. Hausmann, Beitr. z. metall. Krystallkunde. Abh. Ges. Wiss. Göttingen 1850, 4, 237 (= 17 der Sonderausgabe).
C. W. C. Fuchs, Die künstl. dargest. Mineralien. Haarlem 1872, S. 68—70.
F. Fouqué et A. Michel-Lévy, Synthèse des minéraux etc. 1882, p. 378—380.
L. Bourgeois, Reprod. artif. des minéraux 1884, p. 53—54.
Weitere Litteratur in den vier letztgenannten Werken.

Während bei natürlichem durch langsame Oxydation von Kupfersulfiden in oberen Teufen sich bildendem Cuprit der Habitus der Krystalle

---

*) Bull. soc. fr. d. Min. 1887, **10**, 303—307. Diese Zeitschr. **14**, 603.
) Diese Zeitschr. 1888, **14, 575—580.

entweder ein oktaëdrischer oder seltener ein dodekaëdrischer ist, zeichnet sich der bei hohen Temperaturen entstehende, wie schon Hausmann (l. c.) hervorhebt, durch seinen hexaëdrischen Habitus aus. Mitscherlich hat allerdings in einer Harzer Garschlacke oktaëdrische Krystalle beobachtet. Andererseits erwähnt Herr Lacroix (Bull. soc. min. 1883, p. 175) hexaëdrische Krystalle, welche in Algier auf römischen Münzen, also durch langsame Oxydation, neben Cerussit, Azurit und Malachit, gefunden worden sind.

Herrn Dr. E. Orgler, Director der Zinkhütte der »Gesellschaft zu Stolberg und in Westfalen« zu Münsterbusch-Stolberg (Rheinland), verdanke ich einige hübsche Exemplare krystallisirten, beim Abbruch eines zum Rösten von kupferhaltigem Bleistein verwendeten Ofens, in der Sohle desselben gefundenen Cuprits.

Die Krystalle bis zu 3 mm Kantenlänge zeigen herrschend den Würfel, dessen Flächen bald durchaus spiegelglatt, bald durch sehr stumpfe Tetrakishexaëder ersetzt sind. Neben dieser herrschenden Gestalt treten, meist äusserst schmal und gerundet, die Flächen des Rhombendodekaëders und kleine matte dreieckige Flächen des Oktaëders auf. Die beobachtete Combination ist demnach $\{100\}$, $\{111\}$, $\{110\}$, $\{h0l\}$.

Wohlausgebildete Krystalle sind nicht auf allen Stufen vorhanden. Auf einer derselben sah ich eine nicht regelmässig begrenzte Cupritmasse mit vielen Absonderungsflächen versehen, wie solche bei Contractionsvorgängen entstehen.

Die Krystalle zeigen starken Diamantglanz, sind tief kirschroth und durchsichtig oder durchscheinend.

Da von künstlichem Cuprit meines Wissens keine Messungen veröffentlicht worden sind und die mir zur Verfügung stehenden Krystalle sich zu solchen eignen, so führe ich die gewonnenen Resultate an.

$(100):(010) = 89^\circ 53' - 90^\circ 8'$	Theorie:	90°
$(100):(110) = 45\ 33$	-	45

Der Werth $45^\circ 33'$ ist nicht etwa ein Mittelwerth, sondern aus einer einzigen Messung gewonnen, auf welche ich mich beschränken musste, da alle sonstigen Dodekaëderflächen entweder keine Reflexe gaben oder, wegen ihrer Rundung, eine Aufhellung des ganzen Gesichtsfeldes des Fernrohres hervorriefen.

An den vorliegenden Krystallen habe ich die von einigen Autoren angegebene Spaltbarkeit nach dem Oktaëder nicht beobachtet; vielmehr durchgängig einen unebenen, flachmuscheligen bis splitterigen Bruch und durch die Absonderung bedingte scharfe und spitze säulige Gestalten.

Ob der hexaëdrische Habitus als typisch für den bei hohen Temperaturen gebildeten Cuprit anzusehen ist, werden spätere Beobachtungen lehren.

4. Struvit aus Kochs' Fleischpepton.

Litteratur über Struvit.

E. F. Teschemacher, Phil. Mag. 1846 (3), 28, 546—550. Struvit von Saldanha-Bay, Capland.
W. H. Miller (W. Phillips), Elem. Introd. to Mineralogy 1852, p. 524.
C. F. Rammelsberg, Handb. d. krystallogr. Chemie 1855, S. 134—136.
G. H. Ulrich, Contrib. to the Miner. of Victoria 1870, p. 12—14. Struvit von Ballarat.
A. Sadebeck, Tschermak's Min. Mitth. 1877, S. 113—126 und 221. Struvit von Hamburg und Braunschweig. Ref. diese Zeitschr. 2, 319.
G. vom Rath, Sitzber. Niederrh. Ges. 1878, S. 10 (7. Jan.). Struvit von Ballarat. Diese Zeitschr. 4, 425.
K. Haushofer, Diese Zeitschr. 1880, 4, 43. Künstl. Struvit.
E. Kalkowsky, Diese Zeitschr. 1885, 11, 1—4. Struvit von Homburg v. d. H.
G. F. Rammelsberg, Handb. kryst.-phys. Chemie 1881, 1, 520.

Nicht zugänglich waren mir die Arbeiten von Marx (Gött. gelehrt. Anz. 1846, 475) und Meyn (Amtl. Ber. üb. d. Verh. d. Naturf. u. Aerzte zu Kiel 1847, S. 246). Sonstige Litteratur findet man bei Sadebeck, in dem Aufsatze des Herrn Haushofer und in dem letztgenannten Werke des Herrn Rammelsberg.

Vor längerer Zeit beobachtete Herr Dr. A. Michaelis, Professor der Chemie an hiesiger Hochschule, bei Auflösung von Kochs' Fleichpepton einen sich in warmem Wasser nicht lösenden, wie Glassplitter aussehenden krystallirten Satz, in welchem er die Verbindung $NH_4MgPO_4 . 6H_2O$ vermuthete und durch nachträgliche Untersuchung in der That erkannte. Nur eines dieser etwa 2 mm grossen, vollkommen farblosen und wasserhellen Kryställchen bewahrte er auf, um es mir zu übergeben. Er hoffte dieselbe Bildung auch in anderen Flaschen des Kochs'schen Präparates wieder anzutreffen, jedoch vergebens. Die nachstehenden Angaben sind daher lediglich auf die Untersuchung des einzigen mir zugänglichen Krystalles gegründet.

Der Habitus dieses Krystalles ist zwar, wie sonst, ein ausgesprochen hemimorpher, die beobachteten Gestalten sind aber nicht ausschliesslich die gewöhnlichen. Neben $p\{120\}$, $h\{021\}$, $s\{101\}$, $c\{001\}$ und $m\{011\}$ fand ich noch eine bisher nicht beobachtete $x\{507\}$, während die sonst häufigen $b\{010\}$, $t\{121\}$ fehlten. Die Flächen der Gestalten c und h sind beiderseitig vorhanden; s, m und x dagegen nur einseitig; c ist schmal, h an dem einen Ende herrschend, am anderen untergeordnet. Am ersteren treten auch m und x auf, am zweiten s. Der Krystall besitzt infolge dessen das Aussehen eines vorherrschenden Tetraëders, begrenzt durch s und die beiden grossen Flächen von h, combinirt mit dem Würfel, welchem die vier Flächen von p und die beiden von c entsprechen würden. Die beiden Flächen von m und x und die kleineren h-Flächen treten soweit zurück, dass sie auf den Habitus keinen Einfluss üben.

	Saldanha.	Hamburg.				Ballarat.		Künstl.	Homburg v. d. H.			
	Teschemacher	Moyn	Rammelsberg	Sadebeck.		Ulrich	vom Rath	Haushofer	Kalkowsky.		Miller.	Arzruni
				Gem.	Ber.				Gem.	Ber.	Ber.	Gem.
$(011):(0\bar{1}1)$	—	84°46′	84°54′	84°44′	—	84°40′	—	—	84°41′	—	85° 4′	—
$(011):(010)$	—	—	47 20	—	47°23′ 0″	—	—	47°24′	47 6	47°39′,5	47 28	—
$(120):(1\bar{2}0)$	—	96 48	—	—	97 5 40	96 36	97°15′	97 5	—	—	96 50	96°39′,5
$(120):(010)$	—	—	41 8	—	41 27 10*)	41 48	—	41 26	—	—	41 35	—
$(021):(0\bar{2}1)$	122°30′	122 45	—	122 44	122 32 10	122 0	—	122 38	—	—	122 50	121 39
$(101):(\bar{1}01)$	—	116 31	—	116 19	—	116 40	—	116 22	116 5	—	116 52	—
$(011):(101)$	—	—	—	67 3,5	—	—	—	—	—	—	(67 19)**)	—
$(010):(021)$	29 0	—	—	—	—	29 0	—	28 27	28 38	28 45	28 35	—
$(010):(001)$	89 30	—	—	—	—	90 0	—	—	—	—	90 0	—
$(021):(001)$	61 30	—	—	—	—	61 0	61 20	—	—	—	61 25	60 45
$(101):(001)$	—	—	—	—	—	58 20	—	—	57 47	58 2,5	58 26	58 44,5
$(121):(001)$	67 40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	67 50	—
$(121):(120)$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22 10	—
$(121):(010)$	46 40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	46 9	—
$(001):(011)$	—	—	—	—	—	42 22	—	—	—	—	(42 32)	42 51
$(011):(021)$	—	—	—	—	—	18 40	—	—	—	—	(18 57)	18 4
$(011):(02\bar{1})$	—	—	—	—	—	76 40	—	—	76 12	76 25	(76 3)	—
$(12\bar{1}):(\bar{1}2\bar{1})$	88 10	—	—	—	—	—	—	—	88 12	87 46	(87 43)	—
$(02\bar{1}):(011)$	—	—	—	—	—	—	—	—	79 32	79 17	—	—
$(021):(101)$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(75 30)	75 50
$(021):(120)$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(48 56,5)	47 0,5
$(120):(101)$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(55 34)	55 53
$(001):(507)$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(49 18)	49 17
$(101):(507)$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(72 16)	71 32

*) Irrthümlich 138° 33′ 50″ statt 138° 32′ 50″; bei Herrn Haushofer richtig.

**) Bei Herrn Dana steht an Stelle von 112° 41′ die falsche Zahl 112° 32′.

Die Struvite verschiedener Vorkommnisse und die künstlich erzeugten Krystalle des sechsfach gewässerten Ammonium-Magnesium-Orthophosphats zeigen bekanntlich weitgehende Schwankungen in ihren Winkelwerthen. Die gleiche Abweichung von allen übrigen zeigt auch das vorliegende Kryställchen. Aus den Messungen ein besonderes Axenverhältniss abzuleiten hielt ich indessen nicht für angebracht und zog es vor, das Miller'sche, $a:b:c = 0,56365:1:0,91743$ *), der Rechnung zu Grunde zu legen. Aus demselben sind die in der betreffenden Spalte vorstehender Tabelle eingeklammerten Zahlen abgeleitet worden.

(S. die Tabelle auf S. 61.)

Um die erwähnten Schwankungen hervorzuheben, schien es nicht uninteressant, die wichtigsten Beobachtungen einander gegenüber zu stellen. Da ferner fast jeder Autor entweder eine eigene Buchstabenbezeichnung der Gestalten oder sogar eine besondere Aufstellung der Krystalle des Struvits gewählt hat, so ist im Nachstehenden darüber ebenfalls eine vergleichende Zusammenstellung gegeben worden.

Marx	{110}**)	{201}	{101}	{001}	{100}	{011}	{111}
Teschemacher***)	—	—	*M*	*h*	*f*	—	*e*
Rammelsberg	{021}	{101}	{201}	{100}	{001}	{110}	{221}
1855	q^2	*r*	r^2	*a*	*c*	*p*	o^2
Miller†)	{011}	{120}	{110}	{100}	{010}	{101}	{111}
	{101}	{210}††)	{110}	{010}	{100}	{011}	{111}
	s	*n*	*m*	*b*	*a*	*p*	*t*
Dana	{120}	{101}	{102}	{001}	{100}	{011}	—
	$i-\breve{2}$ †††)	$1-\bar{i}$	$\frac{1}{2}-\bar{i}$	*O*	$i-\bar{i}$	$1-\breve{i}$	—
Ulrich	*t*	*o*	*p*	*m*	*h*	*n*	—

*) Herr Dana, dessen Zahlen Miller entnommen sind, giebt als Axenverhältniss $a:b:c = 1,2283:1,0900:1$ (bei Sadebeck l. c. S. 118 ist die zweite Zahl irrthümlich als 0,0400 wiedergegeben) oder auf Sadebeck's Stellung umgerechnet: $0,56345:1:0,91743$, was mit den Winkelwerthen nicht im Einklange steht.

**) Bei Sadebeck l. c. ist irrthümlich $\frac{1}{2}a:b:c$ statt $a:b:c$ angegeben.

***) Teschemacher stellt *M*, d. h. unser {021}, vertical und mit dem scharfen Winkel nach vorn. Was seine Fläche *c* bedeutet, ist nicht zu ermitteln. In seiner Winkeltabelle ist statt »*h* on *c*« zu lesen: »*h* on *e*'«.

†) Von den beiden Zeilen bezieht sich die obere auf unsere Reihenfolge der Axen: Brachy-, Makrodiagonale, Verticalaxe; die zweite auf die von Miller gebrauchte Reihenfolge.

††) l. c. irrthümlich als {120} angeführt, S. 524.

†††) Bei Herrn Dana, 5. Aufl. 1869, S. 552, durch Druckfehler *i*-2.

	{101}	{011}	{021}	{010}	{001}	{120}	{121}
Naumann*)	*a*	*c*	—	*n*	*o*	—	—
Sadebeck	*u*, *s*	*m*	*h*	*o*	*r*	*p*	*t*
vom Rath	*t*	*m*	*h*	*b*	*c*	*p*	—
Haushofer	*u*, *s*	*m*	*h*, *n*	*b*	*c*	*p*	—
Rammelsberg 1881	*r*	*q*	q^2	*b*	*c*	^2p	*s*
Kalkowsky	*r*	*q*	*h*	*b*	*c*	*p*	*t*

Danach entspricht, bei der jetzt üblichen Aufstellung Sadebeck's, unserem

$a : b : c$
$b : 2c : a$ bei Marx,
$\frac{1}{2}b : a : c$ - Rammelsberg (1855),
$c : 2a : b$ - Miller,
$b : 2c : 2a$ - Dana**).

*) Naumann giebt, ausser der Gestalt $b\{011\}$, welche Sadebeck für eine Scheinfläche erklärt, noch $m\{103\}$, welche sonst von keinem Autor erwähnt wird, an.

**) Oder, da bei Herrn Dana $a : b : c$ = Verticalaxe : Brachydiagonale : Makrodiagonale, wäre unser $a : b : c$ bei ihm $c : 2a : 2b$.

VI. Cerussit, Anglesit und Calcit von der Grube Diepenlinchen bei Stolberg.

Von

A. Dannenberg in Aachen.

Aus dem mineralogischen Institute der technischen Hochschule.)

Die Grube Diepenlinchen bei Stolberg, schon früher bekannt durch das Vorkommen eigenthümlicher Zwillinge des Cerussits — Zwillingsebene eine Fläche des Prisma {310} — hat in letzter Zeit andere Krystalle dieses Minerals sowie von Anglesit geliefert, welche wegen ihrer, von dem gewöhnlichen Habitus abweichenden, Ausbildungsweise bemerkenswerth sind. Für den Anglesit ist ausserdem dieses Vorkommen überhaupt neu.

Jene zuerst durch Sadebeck (Pogg. Ann. **156**, 554) bekannt gewordenen, sog. Diepenlinchener Cerussitzwillinge mit der Zwillingsebene {310} sind dort in letzter Zeit nicht mehr beobachtet worden. Ueberhaupt hat mit dem Vordringen des Grubenbetriebes in grössere Teufe das Vorkommen von Weissbleierz mehr und mehr abgenommen und gegenwärtig wird dasselbe nur noch ganz untergeordnet in kleinen Partien oder einzelnen Krystallen im Bleiglanz gefunden.

Die Lagerstätten der Grube Diepenlinchen, welche in ihrer Gesammtheit genau dem »Typus Raibl« v. Groddeck's entsprechen, sind theils echte Gänge, theils stockwerkartige Lagerstätten und führen hauptsächlich grosskrystallinischen Bleiglanz, einige daneben noch Schalenblende in grösserer Masse oder fast ausschliesslich.

Sämmtliche Lagerstätten setzen im Kohlenkalk auf; die Gänge haben alle übereinstimmendes Streichen in Südost - Nordwest — also senkrecht zum Schichtstreichen — bei durchweg westlichem, übrigens sehr verschie-[illegible] steilem Einfallen.

[illegible]ie in Rede stehenden Krystalle stammen vom Andreasgange, einem der [illegible]igsten der ganzen Grube, welcher gleichzeitig Bleiganz und Schalen[illegible]e führt, aus 242 m Tiefe (unter der Stollensohle). Man findet dort

nebeneinander, einzeln auf dem Bleiglanz sitzend, die Krystalle des Anglesits und Cerussits. Ein solches Stück erhielt ich im August vorigen Jahres (1889) während eines Aufenthalts auf der Grube; dasselbe befindet sich jetzt zusammen mit einem ganz ähnlichen Stücke desselben Ursprungs — einem Geschenk des Herrn Landsberg in Stolberg — in der Sammlung des mineralogischen Instituts der kgl. technischen Hochschule zu Aachen, woselbst auch mit der freundlichen Erlaubniss und Unterstützung des Herrn Prof. Dr. Arzruni die Krystallmessungen ausgeführt wurden.

Die Cerussitkrystalle sind klein — im Allgemeinen nicht über 3—4 mm — weiss und undurchsichtig, mit nicht besonders glänzenden Flächen, daher die Resultate der Messung zu wünschen übrig lassen. Sie stellen einfache, nur aus zwei Individuen gebildete, Berührungs- (nicht Durchkreuzungs-) Zwillinge nach dem gewöhnlichen Gesetz: Zwillingsebene eine Fläche des Prismas {110} dar.

Ihr Habitus ist ganz abweichend von dem der gewöhnlichen Cerussitzwillinge und erinnert an diejenigen, welche Herr Kokscharow (Mater. zur Mineralogie Russlands 6, 113) von der Grube Taininsk (Bergrevier Nertschinsk) in Transbaikalien beschreibt. Namentlich entspricht der unten angeführte Krystall II fast vollkommen dem dort abgebildeten (Taf. LXXX, Fig 19). Der Hauptunterschied ist, dass bei dem Diepenlinchener an Stelle der Basis das Brachydoma x{012} tritt.

Ich mass mehrere dieser Krystalle, deren Ausbildung im Wesentlichen die nämliche war. Es seien daher hier nur die Resultate der Messung an zweien der am besten entwickelten Krystalle und zum Vergleich die von Herrn Kokscharow berechneten Werthe angeführt.

Die Krystalle sind Combinationen der beiden Brachydomen x{012} und i{021}, des Prismas m{110} und der Pyramide p{111}; ausserdem tritt am Krystall I noch eine Pyramide δ auf, für welche sich aus den gemessenen Winkeln unter Zugrundelegung des Kokscharow'schen Axenverhältnisses

$$a : b : c = 1 : 1,63943 : 1,18531 = 0,60993 : 1 : 0,72296$$

der Ausdruck {4.86.45} berechnet.

Cerussit.

		Gemessen. Krystall I.	II.	Berechnet. Kokscharow:
(110):(021)	$= m : i$	$= 64^\circ 41'$	$64^\circ 36'$	$64^\circ 38' 26''$
(021):(4.86.45)	$= i : \delta$	$=$ 3 44	—	3 45 21
$(\underline{021}):(\underline{4.86.45})$	$= \underline{i} : \delta$	$=$ 3 47,5	—	
$(\underline{021}(:(\underline{1}\underline{1}\underline{0})$	$= \underline{i} : \underline{m}$	$=$ 64 40,5	64	
$(021):(0\bar{2}1)$	$= i : -i$	$=$ 69 13,5	6[illegible]	

	Gemessen. Krystall I.	II.	Berechnet. Kokscharow:
$(0\bar{2}1):(0\bar{1}2) = -i : -x =$	35°31′	35°28′	35°27′32″
$(012):(0\bar{1}2) = x : -x =$	39 50	39 53	39 45 0
$(110):(111) = m : p =$	36 0	35 39	35 45 48

Die an den erwähnten Stücken neben den Cerussiten auf dem Bleiglanz sitzenden Anglesitkrystalle sind wasserhell, flach, gestreckt nach der Axe b und verkürzt nach c, wenn die Stellung so gewählt wird, dass die Spaltungsformen die Symbole {110} und {001} erhalten. Die Krystalle stellen sich alsdann dar als Combinationen des Prismas m {110} und des Makrodomas l {104}, zu dem noch eine Reihe stumpferer, nicht näher zu symbolisirender Makrodomen tritt, so dass diese Flächen stark gestreift und gerundet erscheinen, wodurch die Messung sehr unsicher wurde. Ausserdem erscheint als schmale Fläche die Basis c {001} und bei Krystall I die Pyramide p {111}. Es liegen demnach hier Krystalle von dem beim Anglesit seltenen barytartigen Habitus vor, ähnlich denjenigen, welche Herr v. Lang in seiner Monographie des Bleivitriols (Wien. Akad. Sitzgsber. **36**, 281) vom Mte Poni, von Leadhills und von Cramford beschreibt und abbildet (Taf. XIII). Diese unterscheiden sich jedoch von den Diepenlinchenern durch das Auftreten des Brachypinakoids {010} und des Brachydomas {011} sowie dadurch, dass meist statt der Pyramide p {111} die Pyramide y {122} auftritt, auch fehlen ihnen die stumpferen Makrodomen der Krystalle von Diepenlinchen. Ganz ähnliche Anglesite beschreibt auch Herr A. Schmidt (Ztschr. f. Kryst. **10**, 207) von Pelsöcz-Ardó in Ungarn. Die Ausbildung der Krystalle ist an den beiden vorliegenden Stufen wesentlich dieselbe, nur sind die Prismenflächen an den Krystallen der einen rauh und drusig, an denen des andern Stückes dagegen stark glänzend. Die Messung zweier Krystalle ergab folgende Resultate.

Anglesit.

	Gemessen. Krystall I.	II.	Berechnet. v. Lang:
$(104):(\bar{1}04) = l : -l =$	44°43′	44°40′	44°38,′4
$(001):(104) = c : l =$	22 19	—	22 19
$(110):(111) = m : p =$	25 35	—	25 35,5
$(001):(111) = c : p =$	64 24	—	64 24,5
$(110):(\bar{1}10) = m : m =$	—	103 38	103 43,6

Zum Schlusse sei noch kurz der Kalkspathvorkommen von Diepenlinchen gedacht, wobei besonders das ziemlich häufige Auftreten des Hauptrhomboëders hervorzuheben ist. Die hier am häufigsten erscheinende Form ist

das erste schärfere Rhomboëder {02$\bar{2}$1}, welches stets krummflächig ausgebildet in zahlreichen Individuen fast regelmässig die Oberfläche der Schalenblende überzieht. Das Hauptrhomboëder {10$\bar{1}$1} zeigen drei der vorliegenden Stücke. Eins derselben stammt aus dem — dem Andreasgang benachbarten — Brennnesselstockwerk, ebenfalls von der 233 m-Sohle; die Krystalle zeigen ausschliesslich das Hauptrhomboëder. Die beiden anderen Exemplare fand ich im August vorigen Jahres (1889) auf der Halde beim Schacht VIII. An dem einen derselben ist gleichfalls nur das Hauptrhomboëder wahrzunehmen; an den ziemlich grossen — ca. 3 cm hohen — Krystallen des zweiten dagegen tritt untergeordnet noch das Prisma {10$\bar{1}$0} auf und ausserdem erscheinen die Seitenkanten durch schmale Flächen eines nicht näher zu bestimmenden zugehörigen Skalenoëders (wahrscheinlich {21$\bar{3}$1} und wohl auch des Deuteroprismas {11$\bar{2}$0} gerundet.

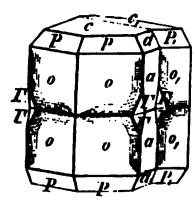
Auch diese Stücke befinden sich jetzt in der Sammlung der technischen Hochschule zu Aachen.

VII. Kürzere Originalmittheilungen und Notizen.

1. H. A. Miers (in London): **Hemimorphismus und neue Flächen am Stephanit.** Der Stephanit ist schon in zwei wichtigen Arbeiten beschrieben worden. Schröder*) hat die Krystalle von Andreasberg einer genauen Prüfung unterzogen; Vrba**) hat den Stephanit von Přibram und von anderen Localitäten in einer ausführlichen Monographie, mit einer Zusammenstellung der früheren Beobachtungen, untersucht.

Sowohl in diesen Arbeiten, als auch in anderen findet man niemals die Ansicht ausgesprochen, dass der Stephanit hemimorph sei, obwohl manche Autoren eine Hemiëdrie vermuthet haben.

Im Folgenden soll der Hemimorphismus des Stephanit unter Benutzung desselben Beweises bestätigt werden, welcher für Pyrargyrit gültig war. Was den Pyrargyrit betrifft, so haben Schuster***) und ich†) gezeigt, dass die auf den Prismenflächen vorhandene Streifung unsymmetrisch ist und nur zu einem Ende des Krystalls hinführt; ferner dass da, wo die Streifen an beiden Enden auftreten, eine Zwillingsnaht zu bemerken ist, und in diesem Falle der Krystall wirklich ein Zwilling von zwei hemimorphen Prismen ist, deren gleichwerthige Enden nach innen gerichtet sind. Durch derartige Zwillingsbildung wird der hemimorphe Charakter gewöhnlich versteckt.



Beim Stephanit sind die Streifung und Zwillingsbildung dieselben wie beim Pyrargyrit.

Die beistehende Figur zeigt eine Combination der Formen

$c\{001\}0P$ $\quad d\{021\}2\breve{P}\infty$
$a\{010\}\infty\breve{P}\infty$ $\quad P\{111\}P.$
$o\{110\}\infty P$

Der Krystall ist ein Zwilling nach $(1\bar{1}0)$, mit derselben Fläche als Verwachsungsebene, wie aus der Zwillingsnaht auf c ersichtlich. Die Flächen c, P, d sind entweder glatt oder von Zwillingslamellen parallel $\{110\}$ und $\{130\}$ durchschnitten; das Brachypinakoid a ist horizontal und vertical gestreift.

Die Prismenflächen o sind gewöhnlich glatt, auch bisweilen horizontal und vertical gestreift, nur auf den hier beschriebenen Krystallen zeigen sie eine be-

*) Poggendorff's Ann. d. Ph. **95**, 257.
) S. diese Zeitschr. **14, 79.
***) Diese Zeitschr. **12**, 117.
†) Ebenda **15**, 129 f.

sondere schiefe Streifung, die einen Winkel von $23^0 21\frac{1}{2}'$ mit den Prismenkanten einschliesst.

Wenn man nur die obere Hälfte ansieht, wird die Streifung an jeder Fläche des Prisma o bemerkbar und zwar parallel der Combinationskante mit $\Gamma = \{371\}$ $7\breve{P}\frac{7}{3}$.

Ferner sieht man, dass diese Streifung nur parallel denjenigen Flächen von Γ läuft, welche dem unteren Ende des Prisma angehören; sie genügt also, um auf das Fehlen der holoëdrischen Symmetrie hinzuweisen. Der Hemimorphismus leuchtet noch klarer ein, wenn die Form Γ als kleine Pyramidenflächen, und zwar nur an einem Ende des Krystalls, entwickelt ist.

Noch eine andere Eigenthümlichkeit zeigt die Figur, welche an den meisten, nicht aber an allen Krystallen zu bemerken ist. Ringsum auf den Prismenflächen läuft eine Zwillingsnaht parallel mit der Basis, welche den Krystall in zwei symmetrische Hälften theilt. Die obere Hälfte trägt eine schiefe Streifung parallel denjenigen Flächen der Pyramide Γ, welche seinem unteren Ende angehören; die untere Hälfte dagegen trägt die Streifung parallel denjenigen Γ-Flächen, die seinem oberen Ende angehören; es werden also beim Vorhandensein der Pyramidenflächen kleine einspringende Winkel an der Grenze der beiden Individuen sichtbar.

Solche Krystalle müssen als Zwillinge angesehen werden analog den Hemimorphitkrystallen, bei welchen ebenfalls die Basisfläche Symmetrie-Ebene des Zwillings ist.

Als Hemitropie beschrieben sind diese Zwillinge das Resultat einer halben Umdrehung entweder nach dem Makropinakoid (100) oder nach dem Brachypinakoid (010), mit Zusammensetzung nach (001); sie sind analog den Zwillingen des Pyrargyrit, welche (diese Zeitschr. **15**, 169) auf das Gesetz »Zwillingsebene $\{11\bar{2}0\}\infty P2$« mit der Basisfläche als Verwachsungsebene zu beziehen sind.

Die Zwillinge haben gewöhnlich ihre Γ-Enden nach innen, bisweilen aber nach aussen gerichtet, ebenso wie beim Pyrargyrit.

Es ist eine Eigenthümlichkeit dieser Zwillinge, dass die so verwachsenen Krystalle auch eine Zwillingsbildung nach dem fast immer vorhandenen Gesetz »Zwillingsebene $o\{110\}$« zeigen.

Ein Prisma wird also öfters in Gemeinschaft mit der hemimorphen Zwillingsbildung aus zwei oder mehreren Zwillings-Individuen nach den Flächen des Prisma $\{110\}$ zusammengesetzt, oder zeigt Zwillingslamellen parallel diesen Flächen eingelagert.

Es giebt auch Krystalle, welche auf den ersten Anblick wie holoëdrische aussehen und an beiden Enden eine schiefe Streifung ohne sichtbare Zwillingsbildung zeigen; bei näherer Untersuchung aber erweisen sich diese Streifungen als ganz verschieden; an einem Ende wird die Streifung, wie oben beschrieben, durch die Pyramide $\Gamma = \{371\} 7\breve{P}\frac{7}{3}$ hervorgerufen, ist unter einem Winkel von $23^0 21\frac{1}{2}'$ zu den Prismenkanten geneigt und gehört der die Fläche $e = \{041\} 4\breve{P}\infty$ enthaltenden Zone $[1\bar{1}4]$ an; an dem anderen Ende wird die Streifung durch die Pyramide $\varrho = \{241\} 4\breve{P}2$ hervorgerufen, unter einem Winkel von $40^0 46'$ zu den Prismenkanten geneigt, und gehört der die Fläche $d = \{021\} 2\breve{P}\infty$ enthaltenden Zone $[1\bar{1}2]$ an. Die zweite Streifung wird von Vrba als gewöhnlich am Stephanit von Andreasberg erwähnt.

Wenn ein zusammengesetzter Krystall die Γ-Enden nach aussen gerichtet hat, so werden die Streifung und die einspringenden Winkel an der Zwillings-

grenze nicht von Γ, sondern von $\varrho\, d$ bedingt und gehören der zweiten Reihe an. Also sind die beiden Enden eines Stephanit-Individuums durch folgende Kennzeichen zu unterscheiden: das eine ist durch Γ und durch eine Streifung der Zone $[1\bar{1}4]$, das andere durch ϱ und eine Streifung der Zone $[1\bar{1}2]$ charakterisirt.

Auf den oben beschriebenen Charakter haben zuerst meine Aufmerksamkeit gelenkt die Krystalle von Wheal Boys, Endellion, Cornwallis; später aber habe ich dieselben Andeutungen von Hemimorphismus am Stephanit von Freiberg, Andreasberg, Gersdorf, Guanaxuato und Chañarcillo beobachtet.

Neue Formen.

An einem Krystalle von Freiberg:

$$S = \{065\}\tfrac{6}{5}\breve{P}\infty \text{ in der Zone } [001:021].$$

Combination von $c = \{001\}$, $d = \{021\}$, $k = \{011\}$, $t = \{023\}$, $\alpha = \{045\}$, $P = \{111\}$, $r = \{221\}$, $S = \{065\}$.

$$cS = 39^0\,26' \text{ beobachtet,} \quad 39^0\,25\tfrac{1}{2}' \text{ berechnet.}$$

An einem Krystalle von Příbram (wahrscheinlich):

$$D = \{213\}\tfrac{2}{3}\bar{P}2,$$
$$M = \{316\}\tfrac{1}{2}\bar{P}3 \text{ in der Zone } [001:312],$$
$$\mathcal{A} = \{059\}\tfrac{5}{9}\breve{P}\infty \text{ in der Zone } [001:023].$$

Combination von $o = \{110\}$, $c = \{001\}$, $m = \{113\}$, $h = \{112\}$, $P = \{111\}$, $s = \{012\}$, $k = \{011\}$, $d = \{021\}$, $q = \{114\}$, $l = \{223\}$, $r = \{221\}$, $\beta = \{101\}$, $p_2 = \{554\}$, $T = \{142\}$, $t_2 = \{3.13.6\}$, $\theta = \{152\}$, $\zeta = \{311\}$, $\tau = \{512\}$, $f = \{133\}$, $w = \{131\}$, $\xi = \{312\}$, $D = \{213\}$, $M = \{316\}$, $\mathcal{A} = \{059\}$.

	beobachtet	berechnet
$cD =$	$37^0\,14'$	$37^0\,16\frac{1}{2}'$
$DD =$	20 55	20 $56\frac{1}{2}$
$cM =$	29 37	29 $5\frac{1}{2}$
$c\mathcal{A} =$	20 45	20 50

2. J. Hockauf (in Wien): **Ueber die Müttrich'sche Formel.** Für die Lage der Durchschnittspunkte der isochromaten Curven mit der optischen Axenebene hat bekanntlich Müttrich in Pogg. Ann. **121**, 207 die Formel

$$\frac{d(a^2-c^2)}{\lambda b^3}\;\frac{\sin u_1 \sin v_1}{\cos \varphi_1} = \pm n$$

aufgestellt und dieselbe für acht der Axe zunächst liegende Ringe am Seignettesalze geprüft. Es erschien jedoch für Herrn Prof. A. Schrauf wichtig, die Anwendbarkeit der Formel bei einer grösseren Anzahl von Ovaloiden zu prüfen, ehe er dieselbe bei seinen (im nächsten Hefte dieser Zeitschr. erscheinenden) Untersuchungen über Schwefel verwenden konnte. Dieser Anregung verdankt nachstehende Arbeit ihre Entstehung.

Eine ungefähr 3 mm dicke, eingekittete Axenplatte von Rohrzucker, möglichst senkrecht gegen die Bisectrix geschliffen, zeigte 30 Ovaloide um je eine Axe und zwar nicht bloss in der Lage des spitzen (nach Müttrich sogenannte innere Ringe), sondern auch in der des stumpfen Winkels (äussere Ringe). Infolge

Dunkelheit des Sehfeldes konnten die ersten drei Ringe nie sicher eingestellt werden, ebenso liessen die äusseren mehr gegen den Rand hin gelegenen Ringe eine scharfe Einstellung wegen der diffusen Breite derselben nicht zu.

Der Axenwinkel in Luft war 78° 42′, daher $V = 47° 46′ 6″$, wobei als mittlerer Brechungsexponent $\beta = 1,5660$ (Calderon 1,5667, Becke 1,5653, Mittel = 1,5660) angenommen wurde. Die angulare Entfernung der Ringe n links und n rechts ergab die Beobachtung und aus diesen $\frac{n_r + n_l}{2}$ rechnete Autor den Abstand des n^{ten} Ringes von der Bisectrix, resp. von den optischen Axen, welche Werthe für die Formel nothwendig sind. Bei der weiteren Rechnung wurde für jeden einzelnen Ring der Factor des Müttrich'schen Formel $\frac{d(a^2 - c^2)}{\lambda b^3}$ als unbekannt angenommen und derselbe auf Grund der beobachteten Ringlagen berechnet. Dieser Factor, welcher theoretisch constant sein soll, schwankte innerhalb mässiger Grenzen bei einem und demselben Ringsystem. Ein etwas grösserer Unterschied ergab sich indess bei dem Factor der inneren und äusseren Ringe, wofür keine bestimmten Gründe angebbar sind. Aus allen gefundenen 30 Factoren der inneren Ringe fand Autor das Mittel zu 184,556, aus allen 26 Factoren der äusseren zu 186,292. Mit Hülfe dieser beiden Mittelzahlen wurden die entsprechenden in der Tabelle angegebenen Numeri des jeweiligen Ringes nach der Müttrich'schen Formel neu berechnet.

Zahl der Ringe:	Innere Ringe. Mittlerer halber Abstand der Ringe von der Bisectrix:	Innere Ringe. Numerus des Ringes:	Aeussere Ringe. Mittlerer halber Abstand der Ringe von der Bisectrix:	Aeussere Ringe. Numerus des Ringes:
1	38° 45′	0,8413	40° 7′	0,8829
2	37 57	1,9505	40 48	1,8696
3	37 18	2,8406	41 31	2,9147
4	36 28	3,967	42 13	3,9443
5	35 45	4,9222	42 52	4,9093
6	34 59	5,9292	43 33	5,929
7	34 15	6,8771	44 17	7,035
8	33 24	7,9582	44 56½	8,035
9	32 35	8,9774	45 31	8,9107
10	31 46	9,977	46 13	9,9845
11	30 54	11,016	46 50	10,935
12	30 5	11,976	47 30	11,967
13	29 7	13.084	48 9	12,978
14	28 15	14,053	48 51	14,07
15	27 22	15,014	49 28	15.035
16	26 26	16,002	50 6	16,029
17	25 25	17,162	50 46	17,077
18	24 26	18,019	51 24	18,07
19	23 25	18,991	52 0	19,014
20	22 19	20,000	52 35	19,94
21	21 10	21,01	53 15	20,991
22	19 58	22,01	53 52	21,963
23	18 34	23,108	54 32	23,013
24	17 14	24,085	55 10	24.008

Zahl der Ringe:	Innere Ringe. Mittlerer halber Abstand der Ringe von der Bisectrix:	Numerus des Ringes:	Aeussere Ringe. Mittlerer halber Abstand der Ringe von derBisectrix:	Numerus des Ringes:
25	15° 51′	25,025	55° 49′	25,027
26	14 11	26,059	56 29	26,07
27	12 9	27,168		
28	10 7	28,11		
29	7 22	29,11		
30	3 22	30,017		

Aus dieser Tabelle ersieht man, dass die Abweichung des Numerus der jeweiligen Ringe von dem theoretisch erforderlichen bis in die erste Decimalstelle strengsten Falles geht, mithin der Fehler unbedeutend ist. Für die grösseren Differenzen lässt sich die Unmöglichkeit der sicheren Einstellung als Grund angeben. In jedem Falle kann die Müttrich'sche Formel auch bei einer grösseren Anzahl von Ovaloiden verwendet werden.

VIII. Auszüge.

1. L. Brugnatelli (in Pavia): **Krystallographische Untersuchung von Kalium-Phtalimidoisothionat,** $C_6H_4 < {CO \atop CO} > NC_2H_4SO_3K . \frac{1}{2}H_2O$ (Gazzetta chimica Italiana 1888, 18, 326). Farblose durchsichtige Krystalle, dargestellt von G. Pellizzari und V. Matteucci.

Krystallsystem: Monoklin.

$$a : b : c = 7,9089\text{*)} : 1 : 2,5938; \quad \beta = 60^0 42'.$$

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
{001}	(110):(100)	= *81° 45'	—
{100}	(111):(100)	= *71 22	—
{110}	(111):(110)**)	= *22 57	—
{111}	(001):(100)	= 61 50	60° 42'
	(110):(001)	= 86 7	85 58 ***)
	(111):(001)	= 63 10	63 1 ***)

Die bedeutende Abweichung zwischen Messung und Rechnung beim Winkel (001):(100) erklärt sich durch Streifung der Basis parallel der Orthodiagonale.

Spaltbarkeit parallel {100} vollkommen.

Optische Axenebene parallel {010}, erste Mittellinie im stumpfen Winkel β gegen die c-Axe unter ungefähr 34° geneigt. Energische positive Doppelbrechung, $\varrho > v$.

Ref.: A. Cathrein.

2. L. Bucca (in Rom): **Krystallformen von Ammonium-Vanadin-Oxyfluorid und -Hyperoxyfluorid,** $VO_2Fl . 3NH_4Fl$ und $VOFl_2 . 3NH_4Fl$ (Ebenda, 192). Krystallsystem beider regulär, ersteres zeigt das Oktaëder mit dem Würfel, letzteres fast nur das Oktaëder †). Beide Salze zeigen optische Anomalien, wie der Alaun, indem sie zwischen gekreuzten Nicols nicht dunkel bleiben.

Ref.: A. Cathrein.

---

*) Nicht 7,9077 wie im Original.
**) Im Original steht aus Versehen (100).
***) Diese Winkel sind im Original um 1' zu klein.
†) Beweisende Winkelangaben fehlen.

8. G. Bartalini (in Florenz): **Krystallformen der Bisulfite von Alloxanderivaten** (Gazzetta chimica Italiana 1888, **18**, 331, 333—336, 338—339). Dargestellt von G. Pellizzari.

1. Aethylaminalloxanbisulfit, $C_2H_5NH_2 . SO_3H_2 . C_4O_4N_2H_2 + H_2O$.

Krystallsystem: Monoklin.

$a : b : c = 0,8341 : 1 : 1,2462$; $\beta = 79^0 19\frac{1}{2}'$.

Beobachtete Formen:	Gemessene Winkel:
{001}	(110):(001) = *81° 46′
{100} *)	(110):(1$\bar{1}$0)**) = *78 41
{010} *)	(011):(001) = *50 46
{110}	
{011}	

Die durchsichtigen glasigen Krystalle sind nach den drei Axen gleichmässig entwickelt. Die kleinen {100}- und {010}-Flächen geben matte, die übrigen recht klare Bilder.

2. Dimethylanilinalloxanbisulfit,
$C_6H_5N(CH_3)_2 . SO_3H_2 . C_4O_4N_2H_2 + 4H_2O$.

Krystallsystem: Monoklin.

$a : b : c = 1,3399 : 1 : 0,3361$ ***); $\beta = 86^0 37\frac{1}{2}'$.

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet†):
{100}	(110):(100) =	*53° 13′	—
{010}	(011):(100) =	*86 48	—
{110}	(0$\bar{1}$1):(011) =	*37 06	—
{340}	(340):(110) =	7 0	7° 30′
{130}	(130):(340) =	16 11	15 17
{160} ††)	(160):(010) =	7 30	7 6
{$\bar{1}$01} †††)	(0.13.2):(010) =	24 30	24 38
{011}			
{0.13.2}			

3. Benzidinalloxanbisulfit, $\begin{matrix} C_6H_4NH_2 . SO_3H_2 . C_4O_4N_2H_2 \\ | \\ C_6H_4NH_2 . SO_3H_2 . C_4O_4N_2H_2 \end{matrix} + H_2O$.

Krystallsystem: Triklin.

$a : b : c = ?$; $\alpha = 134^0 8\frac{1}{2}'$, $\beta = 109^0 51'$, $\gamma = 67^0 44\frac{1}{2}'$.

Beobachtete Formen:	Gemessene Winkel:
{001}	(001):(100) = *83° 27′
{100}	(100):(010) = *102 10
{010}	(010):(001) = *49 17

*) Einen Nachweis für diese Form hat der Verf. nicht erbracht.
**) Im Original heisst es versehentlich (110).
***) Nicht 0,3394 wie im Original.
†) Der Verf. bringt gar keine berechneten Winkelwerthe.
††) Nicht {150} wie der Verf. angiebt, da seine Messung davon um 1° abweicht (indem (150):(010) = 8° 30′), von (160) aber nur um 0° 24′.
†††) Für diese Form vermisst man eine Winkelangabe, sie ist also fraglich.

Krystalle säulig, durchsichtig bis durchscheinend, perlmutterglänzend auf {010}, sonst matt.

4. Pyridinalloxanbisulfit, $C_5H_5N.SO_3H_2.C_4O_4N_2H_2$.

Krystallsystem: Triklin.

$a:b:c = 1,2883 : 1 : ?$*); $\alpha = 78^0 23'$, $\beta = 123^0 29\frac{1}{2}'$, $\gamma = 109^0 34\frac{1}{2}'$.

Beobachtete Formen:	Gemessene Winkel:
{001}	(001):(110) = *72° 34′
{100} **)	(010):(110) = *35 3
{010}	(1$\bar{1}$0):(110) = *95 30
{110}	(1$\bar{1}$0):(001) = *64 21
{1$\bar{1}$0}	

Krystalle glasig, matt, gelblichweiss, etwas tafelig nach {010}. Bilder meistens verschwommen.

5. Ammoniumalloxanbisulfit.

Krystallsystem: Triklin.

$a:b:c = 0,52755 : 1 : 0,71169$; $\alpha = 71^0 0\frac{1}{2}'$, $\beta = 99^0 47\frac{1}{2}'$, $\gamma = 80^0 28\frac{1}{2}'$.

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet ***):
{001}	(001):(010) =	*111° 20′	—
{010}	(110):(001) =	*87 45	—
{110}	(110):(010) =	*72 9	—
{1$\bar{1}$0}	(1$\bar{1}$0):(110) =	*56 51	—
{130}	(011):(001) =	*41 47	—
{011}	(1$\bar{1}$0):(0$\bar{1}$0) =	51 0	51° 0′
{$\bar{1}$12}	(130):(110) =	37 41	37 38
{132}	($\bar{1}$12):(001) =	46 41	46 36
{1$\bar{3}$2}	($\bar{1}$10):($\bar{1}$12) =	63 44	64 0
	(132):(001) =	54 45	54 43
	(132):(130) =	47 17	47 25
	($\bar{1}\bar{3}$2):($\bar{1}\bar{3}$0) =	37 16	36 33

Krystalle glasig, verschieden durchsichtig, etwas matt und zerfressen. Bilder verbreitert.

Ref.: A. Cathrein.

4. C. Montemartini (in Turin): **Ueber Bronzit aus Serpentin vom Cassimoreno-Hügel in Valle del Nure** (Ebenda, 108—110). Der untersuchte Bronzit ist porphyrisch eingesprengt in einem Diopsid-, Diallag-, Hornblende-, Picotit-, Magnetit- und Olivinreste führenden, also lherzolithischen Serpentin. Der Bronzit zeigt unregelmässige Körner mit blätterigem Gefüge und Perlmutterglanz. Die Lamellen zeigen feine parallele Streifen, lebhafte Polarisationsfarben und gerade Auslöschung im Sinne der Streifung. Der Pleochroismus ist schwach von blass-

*) Im Original steht dafür infolge Druckfehlers 2.

**) Für diese Form fehlt eine Winkelangabe, sie bedarf daher der Bestätigung.

***) Der Verf. hat keine berechneten Winkelwerthe angeführt.

braun, sobald die Streifen senkrecht zum Hauptschnitte des Nicols, zu blassgrün, wenn sie parallel dazu sind.

Zur Analyse wurde der Bronzit von der Serpentinmasse möglichst befreit, unter dem Mikroskope aber erschienen doch noch Serpentinadern in demselben, während Magnetit vollständig fehlte.

	Gefunden:
SiO_2	50,65
Al_2O_3	5,05
FeO	7,99
CaO	1,68
MgO	31,44
H_2O	2.78
	99,59 *)

Ref.: A. Cathrein.

5. G. La Valle (in Rom): **Krystallographische Untersuchung von Alkylsulfin-Platinchloriden** (R. Accademia dei Lincei, Rendiconti 1888, **4**, 1. Sem., 237; ebenso Gazzetta chimica Italiana 1888, **18**, 69—70). Dargestellt von R. Nasini und A. Scala.

1. Aethylmethyläthylsulfin-Platinchlorid, $2C_2H_5 . CH_3 . C_2H_5ClS . PtCl_4$.

Krystallsytem: Monoklin.

$$a : b : c = 1,15113 : 1 : 0,79474; \quad \beta = 49^0 18'.$$

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
{001}	(001):(110) =	*60° 34½′	—
{010} **)	(110):(1̄10) =	*82 13½	—
{110}	(1̄11):(001) =	*55 26½	—
{1̄11}	(1̄11):(110) =	67 24½	67° 43½′
	(1̄1̄1):(1̄11) =	77 3	76 53

Kryställchen tafelig nach zwei parallelen {110}-Flächen und gestreckt nach den Combinationskanten dieser Flächen mit {001}. Ebenso häufig zeigen sich {110} und {001} fast gleichmässig entwickelt, seltener herrschen {1̄11} und {110} vor.

Eine Auslöschungsrichtung auf der Symmetrieebene ist fast normal zur Kante (110):(010). Auf den {110}-Flächen sieht man einen deutlichen Hyperbelscheitel mit den Ringen. Spitze Bisectrix fast normal zu {100}. Dispersion horizontal.

2. Diäthylmethylsulfin-Platinchlorid, $2(C_2H_5)_2CH_3.ClS.PtCl_4$.

Krystallsystem: Regulär.

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
{100}	(100):(001) =	90° 0′	90° 0′
{111}	(111):(001) =	54 52	54 44
	(111):(11̄1) =	70 32	70 32

*) Nicht wie im Original 99,60.

**) Für diese Form ist kein Nachweis gegeben.

Die Ungleichmässigkeit der Flächenentwickelung und Aehnlichkeit der Winkel erinnert sehr an das obige monokline Salz, gleichwohl wird durch stete einfache Lichtbrechung das reguläre System bestätigt.

Ref.: A. Cathrein.

6. G. Piolti (in Turin): **Ueber Cossaït von Bousson** (R. Accademia di Torino, Atti 1888, 23). Zwischen Kalkschieferlagen fand Verf. ein dichtes, apfelgrünes Mineral, das unter dem Mikroskope auf frischen Bruchflächen talkartigen Perlmutterglanz und optisch zweiaxige Schüppchen zeigt. Das Pulver fühlt sich etwas fettig an. Vor dem Löthrohre tritt zuerst die Lamellarstructur deutlich hervor, schliesslich schmilzt die Probe zu einer weissen, opaken Masse, mit dem Oxygen-Löthrohre entsteht rasch ein blasiges, ganz farbloses Glas.

Die Dünnschliffe zeigen sehr lebhafte Polarisationsfarben der aggregirten Individuen, deren Querschnitte fein gestreift sind infolge der lamellaren Spaltbarkeit.

Härte 2,5. Specifisches Gewicht 3,075, pyknometrisch bestimmt. Durch Salzsäure nicht zersetzbar. Die quantitative Analyse ergab:

SiO_2	46,49
Al_2O_3	40,68
Fe_2O_3	2,68
Na_2O	4,75
K_2O	1,34
Li_2O	Spuren
H_2O	4,57
	100,51

Diese Zusammensetzung stimmt sehr nahe überein mit dem Cossaït von Borgofranco bei Ivrea und von Colle Blaisier, mit letzterem stimmt auch die kryptokrystalline Structur und das Vorkommen in Kalkschiefer (Accad. Torino 1874, 10), nur ist hier der Eisengehalt etwas höher und der Natrongehalt geringer, womit auch das höhere Volumgewicht im Einklange steht.

Wie früher Cossa, betrachtet der Verf. den »Cossaït« von Bousson als eine dichte Varietät von Glimmer, während Gastaldi den Cossaït der beiden anderen Fundorte für einen Natron-Onkosin hielt*).

Ref.: A. Cathrein.

7. G. Cesàro (in Lüttich): **Darstellung der Flächengleichung** (Rivista di Mineralogia e Cristallografia Italiana 1888, 3, 3—4). Verbindet man einen beliebigen Punkt M der Ebene ABC in umstehender Figur**) S. 78 mit O und den Punkten A, B, C, so zerfällt die Pyramide $ABCO$ in drei Pyramiden p_1, p_2, p_3, so dass

$$p_1 + p_2 + p_3 = P.$$

Da diese Theilpyramiden mit der ganzen die Basis gemeinsam haben, so ver-

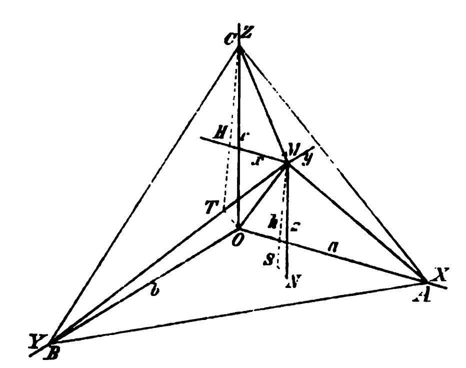
---

*) Die Selbständigkeit des Cossaïts ist immerhin noch zweifelhaft und berechtigt die chemische Zusammensetzung, ihn für dichten Paragonit zu halten.

**) In der Originalfigur sind mehrere Fehler.

hält sich irgend eine derselben, z. *B. ABOM* zur Hauptpyramide *ABCO* wie die entsprechenden Höhen, also

$$\frac{p_3}{P} = \frac{h}{H}.$$



In den gleichwinkeligen, daher ähnlichen Dreiecken *MNS*, *COT* verhalten sich

$$\frac{h}{H} = \frac{z}{c},$$

folglich auch

$$\frac{p_3}{P} = \frac{z}{c}.$$

Ebenso findet man

$$\frac{p_2}{P} = \frac{y}{b} \quad \text{und} \quad \frac{p_1}{P} = \frac{x}{a}.$$

Durch Addition der Gleichungen:

$$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} + \frac{z}{c} = \frac{p_1 + p_2 + p_3}{P} = 1.$$

Diese Darstellung der Gleichung einer Ebene ist viel kürzer als die von Panebianco gegebene (diese Zeitschr. **14**, 512), welche sich nur auf die Aehnlichkeit der Dreiecke gründet.

Ref.: A. Cathrein.

8. **G. Strüver** (in Rom): **Ueber die Priorität der Entdeckung der Zwillingsgesetze am Hämatit** (R. Accademia dei Lincei, Rendiconti 1888, **4**, 2. Sem. 347—349). Bisher galt als Entdecker des Zwillingsgesetzes »Drehungsaxe die Normale zu $\{0001\}0R$« Naumann (1828), für das andere Gesetz, wonach die Zwillingsaxe normal zu einer $\{10\bar{1}1\}R$-Fläche ist, Breithaupt (1847). Allein schon in dem Grundriss der Mineralogie von Mohs (1824, **2**, 472) sind die Penetrationszwillinge nach dem ersten Gesetze erwähnt und auch aus der englischen Uebersetzung dieses Werkes von Haidinger (Edinburg 1825, **2**, 406) geht hervor, dass die Penetrationszwillinge mit der Axe [0001] schon Mohs bekannt waren, während die Entdeckung der Juxtapositionszwillinge mit der Axe [0001], oder deren Axe normal zu einer $\{10\bar{1}0\}\infty R$-Fläche*) ist, ebenso wie jene der Zwillinge nach $\{10\bar{1}1\}R$ in Gestalt eingeschalteter Lamellen wahrscheinlich Haidinger zuzuschreiben ist. Dass letztere Zwillingslamellen, welche erst viel später die Aufmerksamkeit von Bauer, Groth, Mügge, Sadebeck erregten, übrigens schon seit 1804 von Mohs beobachtet, wenn auch nicht als solche erkannt worden sind, folgt aus seiner Abhandlung: Des Herrn J. Fr. von der Null Mineralien-Kabinet. Wien, 1804, **3**, 377—78.

Schliesslich findet der Verfasser Gelegenheit zu einer Bemerkung über die

*) Das im Original angewendete Miller'sche Symbol $\{10\bar{1}\}$ soll heissen $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, welcher Fehler im Separatabdrucke vom Verf. berichtigt wurde.

Veränderung der Flächensymbole in Folge einfacher Schiebung längs einer Gleitfläche. Liebisch ist bei der Lösung dieses Problems (diese Zeitschr. 17, 305) im rhomboëdrischen System durch Anwendung der auf Weiss bezogenen Symbole mit vier Indices die einfache Beziehung entgangen, welche sich bei Anwendung der Miller'schen Symbole mit drei Indices ergiebt, indem es, wie z. B. beim Calcit, Hämatit, Korund, zur Bestimmung des Symbols einer Fläche $\{hkl\}$ nach der Verschiebung genügt, das Vorzeichen des letzten Index zu ändern, so dass $\{hkl\}$ in $\{hk\bar{l}\}$ übergeht. Der Verf. möchte durch diese Mittheilung zur Rückkehr auf die rhomboëdrische Bezeichnungsweise von Miller ansporen, welche nach seiner Ansicht nur aus Bequemlichkeit der Schulen von Weiss und Naumann fast allenthalben verlassen wurde*).

Ref.: A. Cathrein.

9. E. Artini (in Pavia): **Krystallographische Untersuchung des sogenannten Savits von Montecatini** (R. Accademia dei Lincei, Rendiconti 1888, 4, 1.Sem.).

Der Verf. hat drei Krystalle dieses Vorkommens gemessen. Die berechneten Winkelwerthe sind nach Brögger's Constanten für den Natrolith (diese Zeitschr. 1879, 3, 479):

$$a : b : c = 0,97852\,^{**)} : 1 : 0,35363.$$

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
$\{100\}$	$(110):(1\bar{1}0)$ =	$88^0\,42\frac{1}{2}'$	$88^0\,45\frac{1}{2}'$
$\{010\}$	$(111):(110)$ =	63 42	$63\;10\frac{1}{2}$
$\{110\}$	$(111):(\bar{1}11)$ =	$37\;42\frac{1}{2}$	37 38
$\{111\}$	$(111):(1\bar{1}1)$ =	36 40	$36\;47\frac{1}{2}$
	$(111):(\bar{1}\bar{1}1)$ =	53 0	$53\;38\frac{1}{2}$ ***)

Optische Axenebene $\{010\}$, spitze positive Bisectrix die c-Axe. $2H_a = 62^0 44'$, $2H_o = 119^0 38'$ für Natronlicht; daraus $2V = 62^0 6\frac{1}{2}'$ †).

Der Verfasser glaubt vorschlagen zu können, dass man den Namen Savit beibehalte††).

Ref.: A. Cathrein.

10. Derselbe: Krystallographische Untersuchung des Heulandit von Montecchio Maggiore (Ebenda, 536—541). Neuerdings fanden sich an der

*) Referent muss dieser Ansicht des Verfs. insoweit beipflichten, als es immerhin vortheilhaft und angemessen sein dürfte, in der rhomboëdrischen Reihe die Miller-schen Symbole neben denen von Bravais zu gebrauchen, welch' letztere jedoch als Ausdruck der Beziehungen des rhomboëdrischen zum hexagonalen und tetragonalen Systeme, der Holoëdrie und Hemiëdrie, sowie der optischen Analogien nicht zu umgehen sind, zumal man sie durch Weglassung des aus dem ersten und zweiten sich ergebenden dritten Index auch auf dreizählige Symbole reduciren kann.

**) Brögger berechnet aus seinen Fundamentalwinkeln etwas abweichend $a = 0,97856$.

***) Nicht wie im Original $53^0 39'$.

†) Nicht wie im Original $62^0 6'$ anstatt $62^0 6' 32''$.

††) Dagegen ist einzuwenden, dass schon die krystallographische Untersuchung Sella's die Identität mit Natrolith ergeben hat, welche durch die optische Prüfung Des Cloizeaux's und die Analyse Mattirolo's (R. Accademia di Torino 1886) noch bestätigt wurde, während der Verf. nicht nur keine chemische Prüfung vorgenommen, sondern auch durch seine krystallographischen Ergebnisse zur Selbständigkeit des »Savit« nichts beigetragen hat.

genannten Localität, ausser den schon bekannten Zeolithen, Stilbit in reiskorngrossen, weissen, perlmutterglänzenden Aggregaten ohne erkennbare Krystallformen. Der noch nicht krystallographisch untersuchte Heulandit zeigt stets blassröthliche oder farblose Krystalle von 0,5 — 2 — 3 mm in einem schwärzlichen Mandelsteine. Orientirung der Krystalle nach Des Cloizeaux.

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet (Des Cloiz.):
{001}	(010):(110) =	67° 22′	68° 2′
{010}	(110):(1$\bar{1}$0) =	43 28	43 56
{110}	($\bar{1}$01):(001) =	66 37	66 0
{101}*)	(011):(010) =	49 8	49 22
{$\bar{1}$01}	(11$\bar{2}$):(110) =	41 11	41 39
{011}			
{$\bar{1}$12}			

Die ersten vier Formen sind stets mit einander combinirt, häufig kommt das Prisma {110} dazu, manchmal auch {011}, {$\bar{1}$12} oder beide. {010} zeigt perlmutterglänzende Flächen. Die Flächen von {101} und {$\bar{1}$01} sind meistens glänzend, hie und da rauh; letzteres überwiegt das erstere. {110} ist oft gross. Combinationen tafelig nach {001}, oft säulig nach der b-Axe, oder bei vorwiegendem {010} und {10$\bar{1}$} gestreckt nach der Axe c. Die schönsten und grössten Krystalle zeigen jedoch eine fast gleichmässige Entwicklung von {101}, {$\bar{1}$01}, {110} wie der sogenannte Beaumontit.

Sämmtliche Flächen geben sehr schlechte, undeutliche und vielfache Bilder, so dass die Messungen nur zur Feststellung der Formen dienen. Das Symbol {11$\bar{2}$} wurde auch durch die Zonen [110 : 00$\bar{1}$], [10$\bar{1}$: 01$\bar{1}$] bestätigt.

Die optischen Verhältnisse weichen von anderen Vorkommnissen wesentlich ab. Die Axenebene und spitze Mittellinie sind zwar wie gewöhnlich normal zur Spaltungsfläche (010), doch ist die Axenebene weder parallel noch senkrecht zur Basis, wie man bisher beobachtet hat, sondern unter 30° — 34° zur {001} im spitzen Winkel β geneigt. Der Verf. fand auch nicht jene grosse Veränderlichkeit des optischen Axenwinkels für verschiedene Stellen derselben Lamelle, wohl aber für verschiedene Individuen.

Lamelle I. $2E_a = 81° 14'$ (Na)
- II. $2E_a = 94\ 27$ -
- III. $2E_a = 89\ 54$ -

Der Axenwinkel liegt also zwischen dem des Heulandits und Beaumontits.

Ganz verschieden verhält sich dieser Heulandit bezüglich der Veränderung der optischen Eigenschaften durch Erwärmung: Es wurden drei Lamellen nach einander vorsichtig bis 150° im Polariskop erhitzt; es erfolgte keine Abnahme, vielmehr eine Vergrösserung des Axenwinkels, womit eine Erblassung der farbigen Ringe verbunden war. Diese Veränderung bleibt auch nach der Erkaltung. Eine Lamelle mit $2E_a = 92° 46'$ ergab bei 150° an derselben Stelle $2E_a = 103° 50'$. Im parallelen Lichte bei gekreuzten Nicols zeigen sich die Lamellen parallel {010} aus vier Sectoren zusammengesetzt mit unregelmässigen, krummen Grenzen und mit parallelen optischen Axenebenen. Im polarisirten Lichte erscheinen die Kry-

*) Für diese Form fehlt ein Winkel- oder Zonennachweis.

stalle analog den triklinen Feldspathen als Aggregate kleinster Individuen und die Spaltungsblättchen zeigen oft schöne Zonarstructur.

Als Begleiter des Stilbits und Heulandits erscheinen glänzende, durchsichtige, strohgelbe Kalkspathkrystalle mit den Formen $0R$, ∞R, $\infty P2$, $+R$, $+4R$, $-\frac{1}{2}R$, $-\frac{3}{2}R$, $-2R$, $-5R$, $4P2$, $+\frac{2}{5}R2$, $+R2$, $+R\frac{7}{3}$, $+\frac{1}{4}R3$, $+R5$, $-\frac{1}{2}R5$ und mitunter Zwillinge nach $0R$; Analcim $\{211\}.\{100\}$ und Apophyllit in winzigen Combinationen $\{100\}.\{001\}.\{111\}$, säulig nach der c-Axe, häufiger kubisch mit $\{310\}$, welches für dieses Vorkommen neu ist.

	Gemessen:	Berechnet (Des Cloizeaux):
(111):(001)	= 60° 27′	60° 32′
(310):(100)	= 18 14	18 26 *)

Ref.: A. Cathrein.

11. F. Sansoni (in Pavia): **Datolith und Calcitkrystalle von Montecatini** (Atti della R. Accademia di Torino 1888, 23).

I. Datolith. Eine Druse im Gabbro zeigt kleine, nicht ganz durchsichtige Kryställchen mit vorherrschender Querfläche und Prismenzone nach Dauber's Orientirung. Die Messungen weichen z. Th. in Folge vielfacher Reflexe von der Rechnung um 20′—30′ und darüber ab.

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Ber. (Dana):
**) $c = \{001\}$	(001):(100)	= 89° 38′	89° 54′
$b = \{010\}$	(210):(100)	= 32 39	32 19
$a = \{100\}$	(310):(100)	= 22 19	22 52
$m = \{110\}$	(011):(001)	= 32 22	32 28
$g = \{210\}$	***)($\bar{1}$01):(001)	= 26 20	26 43
$t = \{310\}$	(111):(100)	= 66 20	66 56
$M = \{011\}$	(221):(110)	= 31 39	31 38
$\Pi = \{\bar{1}01\}$	(213):(001)	= 21 58	21 38
$n = \{111\}$	($\bar{2}$11):(011)	= 40 46	40 28
$Q = \{221\}$	($\bar{3}$11):(011)	= 52 13	51 44
$q = \{213\}$ †)	($\bar{5}$11):(100)	= 25 8	25 8 ††)
$\varepsilon = \{\bar{2}11\}$			
$\lambda = \{\bar{3}11\}$			
$k = \{\bar{5}11\}$			

Optische Axenebene $\{010\}$. Spitze Bisectrix fast senkrecht zu $\{001\}$. Zwei normal zu den beiden Mittellinien geschnittene Lamellen ergaben die scheinbaren Axenwinkel in Oel:

$$2H_a = 84^0 8', \quad 2H_o = 124^0 38', \text{ daraus berechnet } 2V = 74^0 13\tfrac{1}{2}' \dagger\dagger\dagger).$$

II. Calcit. 1. Auf Gabbro aufgewachsene, weisse, halbdurchsichtige Krystalle von verschiedener Grösse.

*) Im Original heisst es unrichtig 18° 34′, da cotang 3 ∢ 18° 26′ 6″ giebt.

**) In der Buchstabenbezeichnung folgt der Verf. Goldschmidt's Index und setzt daher irrthümlich $a = \{001\}$, $c = \{100\}$, $Y = \{221\}$, $\alpha = \{\bar{2}11\}$, überdies $\pi = \{\bar{1}01\}$ und $\chi = \{\bar{5}11\}$.

***) Im Original heisst es versehentlich (101).

†) Diese Form ist durch den Winkel zur Basis ohne Weiteres nicht bestimmt.

††) Nicht wie im Original 25° 10′.

†††) Im Original steht 74° 13′ statt 74° 13′ 22″.

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet *):
$\{0001\}\,0R$	**) $(01\bar{1}\bar{1}):(02\bar{2}1)$	$= 71^0 56'$	$72^0 16'$ ***)
$\{10\bar{1}1\}+R$	$(01\bar{1}1):(0001)$	$= 44\ 38$	$44\ 37$
$\{01\bar{1}1\}-R$	$(02\bar{2}1):(01\bar{1}1)$	$= 18\ 52$	$18\ 31$
$\{02\bar{2}1\}-2R$	$(01\bar{1}1):(\bar{1}011)$	$= 74\ 56$	$74\ 55$
$\{21\bar{3}1\}+R3$	$(21\bar{3}1):(\bar{2}3\bar{1}1)$	$= 75\ 28$	$75\ 22$

Habitus rhomboëdrisch durch Vorherrschen von $-2R$ und des seltenen $-R$, welches glänzende Flächen mit einfachen Bildern zeigt.

2. Glashelle, diamantglänzende Krystalle auf dem rothen Gabbro, selten über 3 cm hoch.

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
$\{0001\}\,0R$	$(40\bar{4}1):(808\bar{1})$ §)	$= 21^0 17'$	$21^0 27'$
$\{10\bar{1}1\}+R$	$(02\bar{2}1):(0881)$	$= 19\ 44$	$19\ 39$
$\{40\bar{4}1\}+4R$	$(08\bar{8}1):(\bar{8}081)$ †)	$= 118\ 12$	$118\ 27$ ††)
$\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$	$(19.11.\bar{3}\bar{0}.8):(\bar{1}\bar{9}.30.\bar{1}\bar{1}.8)$	$= 73\ 15$	$73\ 28$
$\{02\bar{2}1\}-2R$	$(19.11.\bar{3}\bar{0}.8):(30.\bar{1}\bar{1}.\bar{1}\bar{9}.8)$	$= 40\ 40$	$40\ 31$
$\{08\bar{8}1\}-8R$	$(19.11.\bar{3}\bar{0}.8):(11.19.\bar{3}\bar{0}.8)$	$= 38\ 7$	$38\ 23$ †††)
$\{19.11.\bar{3}\bar{0}.8\}+R\frac{15}{4}$	$(19.11.\bar{3}\bar{0}.8):(10\bar{1}1)$	$= 33\ 20$	$33\ 21$
	$(19.11.\bar{3}\bar{0}.8):(40\bar{4}1)$	$= 20\ 47$	$20\ 39$
	$(19.11.\bar{3}\bar{0}.8):(02\bar{2}1)$	$= 36\ 52$	$37\ 4$
	$(19.11.\bar{3}\bar{0}.8):(808\bar{1})$ §)	$= 32\ 15$	$32\ 10$

Vorwaltend $-2R$, $+4R$, untergeordnet ist $+R$, dessen Flächen mit parallelen dreieckigen Vertiefungen versehen sind. $+R\frac{15}{4}$, welches für Calcit neu ist, zeigt deutliche, mit den Seitenkanten des Spaltungsrhomboëders tautozonale Flächen und liegt zwischen den zur selben Zone gehörigen bekannten $+R\frac{11}{3}$, $+R4$. Ausserdem wurden die Zonen, welche die verschiedenen Rhomboëder verbinden, constatirt.

3. Lebhaft glasglänzende Krystalle mit Datolith auf rothem Gabbro, ausgezeichnet durch Flächenreichthum und Zonenentwickelung.

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
$\{0001\}\,0R$	$(50\bar{5}2):(40\bar{4}1)$	$= 7^0 51'$	$7^0 51'$
$\{10\bar{1}1\}+R$	$(02\bar{2}1):(10\bar{1}1)$	$= 50\ 34$	$50\ 35$ §§)
$\{50\bar{5}2\}+\frac{5}{2}R$	$(08\bar{8}1):(02\bar{2}1)$	$= 19\ 40$	$19\ 39$
$\{40\bar{4}1\}+4R$	$(41\bar{5}6):(10\bar{1}1)$	$= 9\ 49$	$10\ 24$ §§§)
$\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$	$(41\bar{5}3):(10\bar{1}1)$	$= 14\ 55$	$14\ 29$ §§)
$\{02\bar{2}1\}-2R$	$(41\bar{5}3):(21\bar{3}1)$	$= 14\ 33$	$14\ 33$

*) Hier wie folgend nach $(10\bar{1}1):(\bar{1}101) = 74^0 55'$.

**) Im Original steht irrthümlich $(10\bar{1}1)$, was einen ganz anderen Winkel ergäbe.

***) Nicht wie im Original $72^0 26'$.

†) Im Original steht irrthümlich $(80\bar{8}1)$.

††) Nicht $118^0 2'$.

†††) Nicht $38^0 3'$.

§) Nicht $(08\bar{8}1)$, wie der Verf. schreibt.

§§) Diese zwei Winkelwerthe sind im Original um 1' zu klein angegeben.

§§§) Dieser Winkelwerth ist im Original um 2' höher.

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
$\{07\bar{7}2\}$ — $\frac{7}{2}R$*)	$(21\bar{3}1):(50\bar{5}2)$	$= 17^{0}42'$	$17^{0}48'$ **)
$\{08\bar{8}1\}$ — $8R$	$(13\bar{4}1):(21\bar{3}1)$	$= 26\ \ 7$	$26\ \ 7$ §§§)
$\{41\bar{5}6\}$ $+\frac{1}{2}R\frac{5}{3}$	$(13\bar{4}1):(02\bar{2}1)$	$= 17\ \ 5$	$17\ \ 5$
$\{41\bar{5}3\}$ $+R\frac{5}{3}$	$(13\bar{4}1):(31\bar{4}\bar{1})$	$= 44\ \ 39$	$44\ \ 41$ §§§)
$\{21\bar{3}1\}$ $+R3$	$(4.8.\overline{12}.5):(02\bar{2}1)$	$= 16\ \ 54$	$17\ \ 10$ §§)
$\{13\bar{4}1\}$ — $2R2$	$(35\bar{8}4):(\bar{3}8\bar{5}4)$	$= 37\ \ 26$	$37\ \ 28$ §§)
$\{4.8.\overline{12}.5\}$ — $\frac{4}{5}R3$	$(35\bar{8}4):(8\bar{5}\bar{3}4)$	$= 65\ \ 11$	$64\ \ 43$
$\{35\bar{8}4\}$ — $\frac{1}{2}R4$			

Vorherrschend — $2R$, mittelmässig — $2R2$, $+R3$, $+R$, die übrigen Formen untergeordnet.

Diese drei Vorkommen befinden sich in der Universitätssammlung von Bologna.

4. Aus der Sammlung des Herrn P. Capellini stammen wasserhelle Kryställchen von skalenoëdrischem Habitus auf derbem Kupferkies.

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
$\{10\bar{1}1\}$ $+R$	$(51\bar{6}4):(10\bar{1}1)$	$= 11^{0}22'$	$11^{0}31'$ ***)
$\{02\bar{2}1\}$ — $2R$	$(21\bar{3}1):(02\bar{2}1)$	$= 37\ \ 52$	$37\ \ 41$
$\{51\bar{6}4\}$ $+R\frac{3}{2}$	$(35\bar{8}4):(\bar{3}8\bar{5}4)$	$= 37\ \ 25$	$37\ \ 28$
$\{21\bar{3}1\}$ $+R3$	$(35\bar{8}4):(8\bar{5}\bar{3}4)$	$= 64\ \ 48$	$64\ \ 43$
$\{35\bar{8}4\}$ — $\frac{1}{2}R4$	$(35\bar{8}4):(53\bar{8}\bar{4})$	$= 47\ \ 36$	$47\ \ 1$

$+R$, — $2R$, — $\frac{1}{2}R4$ zeigen deutliche Flächen und einfache Bilder, die übrigen sind gestreift. Die Flächen von $+R\frac{3}{2}$ sind unvollkommen und weichen von den Zonen $[10\bar{1}1 : 21\bar{3}1]$, $[35\bar{8}4 : 8\bar{5}\bar{3}4]$ merklich ab.

5. Kleine, ausserordentliche glänzende, glashelle Krystalle auf Bornit aus dem British Museum.

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
$\{0001\}$ $0R$	$(0001):(10\bar{1}1)$	$= 44^{0}44'$	$44^{0}37'$ ††)
$\{10\bar{1}0\}$ ∞R †)	$(40\bar{4}1):(10\bar{1}1)$	$= 31\ \ 12$	$31\ \ 10$
$\{10\bar{1}1\}$ $+R$	$(01\bar{1}2):(0001)$	$= 26\ \ 11$	$26\ \ 15$
$\{40\bar{4}1\}$ $+4R$	$(02\bar{2}1):(01\bar{1}2)$	$= 36\ \ 38$	$36\ \ 52$
$\{01\bar{1}2\}$ — $\frac{1}{2}R$	$(71\bar{8}6):(10\bar{1}1)$	$= 7\ \ 50$	$8\ \ 9$ †††)
$\{02\bar{2}1\}$ — $2R$	$(52\bar{7}9):(10\bar{1}1)$	$= 14\ \ 9$ §)	$14\ \ 24$ §)
$\{71\bar{8}6\}$ $+R\frac{4}{3}$	$(21\bar{3}1):(10\bar{1}1)$	$= 28\ \ 59$	$29\ \ 2$
$\{52\bar{7}9\}$ $+\frac{1}{3}R\frac{7}{3}$	$(32\bar{5}1):(21\bar{3}1)$	$= 8\ \ 53$	$8\ \ 53$
$\{21\bar{3}1\}$ $+R3$			
$\{32\bar{5}1\}$ $+R5$			

Vorwaltend — $2R$, manchmal dafür $+R3$. Bilder einfach mit Ausnahme von $+\frac{1}{3}R\frac{7}{3}$ und $+R\frac{4}{3}$ in Folge Streifung.

Ref.: A. Cathrein.

*) Für diese Form fehlt jeder Nachweis, auch manche Skalenoëder sind nicht unzweifelhaft nachgewiesen.

**) Nicht wie im Original $17^{0}43'$.

§§§) Diese Winkelwerthe sind im Original um $2'$ höher.

§§) Diese zwei Winkelwerthe sind im Original um $1'$ zu gross angegeben.

***) Nicht $11^{0}42'$ wie im Original steht.

†) Hierfür werden keine Winkel und keine Zonen angegeben.

††) Im Original heisst es $44^{0}47'$.

†††) Nicht $8^{0}6'$.

§) Im Original ist dieser Winkel gemessen $16^{0}9'$, berechnet $16^{0}32'$; diese Fehler wurden vom Verf. berichtigt.

12. G. B. Negri (in Padua): **Krystallformen von Dimethylacetylpyrrol,** $C_4H(CH_3)_2NHCO.CH_3$ (Rivista di Mineralogia e Cristallografia Italiana 1888, **2**, 81—83; ebenso Gazzetta chim. Ital. 1888, **18**, 449—450*). Dargestellt von G. Magnanini. Schmelzpunkt 122°—123°. Krystallirt durch Verdunstung einer Lösung in Petroläther.

Krystallsystem: Monoklin.

$$a : b : c = 0,40214 : 1 : 0,84692; \; \beta = 78^0 16'.$$

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
{110}	(110):(1̄10) =	*42° 59′	—
{120}	(011):(110) =	*67 42	—
{011}	(011):(01̄1) =	*79 20	—
{023}	(120):(110) =	16 45	16° 44′
	(120):(011) =	58 35	58 49
	(011):(1̄10) =	85 25	84 56
	(011):(1̄20) =	74 37	74 13
	(023):(01̄1) =	68 54	68 36
	(023):(1̄10) =	88 45	89 20

Krystalle klein, säulig und gestreift nach der c-Axe, oft tafelig nach {110}, welches immer entwickelt ist. Von dem sehr schmalen {120} erscheinen gewöhnlich nur zwei parallele Flächen. Das nie fehlende {011} zeigt kleine, rauhe und gerundete Flächen, welche nur unsichere Messungen gestatten. Von {023} wurde nur einmal eine Fläche in der Zone [011 : 01̄1] mit einfachem Reflexbild gefunden.

Auslöschung auf {110}-Flächen fast gerade, auf {010} etwa 12° gegen die c-Axe geneigt**).

Ein Vergleich mit dem von La Valle untersuchten Pseudoacetylpyrrol (diese Zeitschr. **12**, 192) lehrt, dass Winkel β beider Substanzen ähnlich ist, und würde sich eine morphotropische Uebereinstimmung des Axenverhältnisses ergeben, wenn man {110} durch {210} ersetzt und die Axen a und c des Dimethylacetylpyrrols mit $\frac{8}{5}$ multiplicirt***).

Ref.: A. Cathrein.

13. Derselbe: Krystallographische Untersuchung von Dimethylpyrokoll $C_4H(CH_3)_2\overset{CO}{\underset{N}{>}}$ (Rivista di Mineralogia e Cristallografia Italiana 1888, **3**, 8—11; ebenso Gazzetta chimica Italiana 1888, **18**, 555—556†). Gelbe Krystalle, durch Verdunstung einer Lösung in Chloroform, dargestellt von G. Magnanini. Schmelzpunkt 272°—272,5°.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,78834 : 1 : 0,94602.$$

---

*) Im Original S. 450 heisst es versehentlich (110):(01̄1) = 85° 22′ statt (110):(01̄1).

**) Ob im spitzen oder stumpfen Winkel β konnte wegen abgebrochener Enden der Lamelle nicht ermittelt werden (schriftl. Mitth. des Verfs.).

***) Diese Uebereinstimmung wäre wohl eine gezwungene und ergäbe complicirte Parameterverhältnisse der Flächen.

†) Hier ist S. 555 ein Druckfehler unter den beobachteten Formen: {061} statt {001}.

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
{001}	(110):(010) =	*51° 45′	—
{010}	(111):(010) =	*58 48	—
{110}	(011):(010) =	46 49	46° 35′
{011}	(011):(110) =	64 35	64 49
ϰ{111}	(111):(110) =	33 15	33 12
ϰ{1$\bar{1}$1}*)	(111):(011) =	40 59	41 5

Die seltenere Combination aller Formen ist tafelig nach der Basis und gestreckt nach der Brachyaxe. Habitus gewöhnlich säulig nach der c-Axe mit sehr untergeordneter oder fehlender Basis. Durch wiederholte Krystallisationen erhielt der Verfasser hemiëdrische Säulen der Combination {110}.ϰ{111}.{001}, denen {011} stets, das untergeordnete ϰ{1$\bar{1}$1} häufig fehlt.

Spaltbarkeit sehr vollkommen nach {001}.

Optische Axenebene parallel {100}, negative spitze Bisectrix normal zu {001}, Dispersion stark, $\varrho < v$. Drei Spaltblättchen gaben:

$2E_a$ =		$2H_a$ =
44° 56′	für rothes Licht	30° 22′
46 20	- gelbes -	31 5
54 25	- blaues -	35 55

An einem natürlichen Prisma parallel c wurde der Brechungsquotient α bestimmt, brechender Winkel (110):($\bar{1}$10) = 75° 50′, Ablenkungsminima: 52° 58′ (roth), 53° 29′ (gelb), 54° 8′ (grün); daraus:

α = 1,4676 für Roth,
1,4707 - Gelb,
1,4746 - Grün.

Dichroismus stark durch {110} und {010}, wobei Schwingungen parallel der c-Axe blassgelb erscheinen, während das durch {001} gehende Licht je nach der Dicke der Spaltblättchen gelb bis orange gefärbt ist ohne merklichen Unterschied nach den Axen a und b.

Ref.: A. Cathrein.

14. R. Panebianco (in Padua): **Krystallographische Untersuchung von Dihydroparvolin- oder Dihydrotetramethylpyridin-Goldchlorid**, $C_5(CH_3)_4H_2NH.HCl.AuCl_3$ (Rivista di Mineralogia e Cristallografia Italiana 1888, **3**, 4—8; ebenso Gazzetta chimica Italiana 1888, **18**, 563—564**).

Dargestellt von G. Ciamician und F. Anderlini. Schmelzpunkt 109° bis 110°.

Makroskopische Prüfung.

Krystalle durch langsame Abkühlung der wässerigen salzsauren Lösung.

Krystallsystem: Monoklin.

$$a : b : c = 0{,}5331 : 1 : 0{,}5254; \quad \beta = 85^\circ 48'.$$

Beobachtete Formen:		Gemessene Winkel (appr.):
{001}	{111}	(100):(110) = *28°
{100}	{$\bar{1}$11}	($\bar{1}$10):($\bar{1}$11) = *43½
{110}		($\bar{1}$11):($\bar{1}$00) = *51

*) Im Original steht dafür $\bar{K}$(111).

**) S. 563 steht (100):(111) = 28° statt (100):(110); S. 564 $c:b$ = 0,55 statt 0,526; ($\bar{1}$01):(001) = 46⅛° statt 46⅜° und ($\bar{1}$01):($\bar{1}$00) = 47⅛° statt 47⅜°.

Die übrigen Formen wurden durch Zonen bestimmt. Habitus tafelig nach {100} und länglich nach der c-Axe, nur einzelne Flächen von {110} gross, die anderen Formen sehr untergeordnet.

Durch {100} sieht man die Interferenzfigur mit horizontaler Dispersion. Spitze positive Bisectrix schwach geneigt zur Normalen von {100}, $\varrho > v$. Scheinbarer Axenwinkel in Luft und gewöhnlichem Lichte beiläufig 91°. Doppelbrechung schwach, Dichroismus unmerklich.

Spaltbarkeit sehr vollkommen nach {100}.

Durch Erwärmung verändert sich die schwefelgelbe Körperfarbe in orangegelb. Schmilzt man die Substanz auf einem Objectglase und legt auf die Schmelze ein Deckgläschen, so bilden sich fächerförmig aneinander gereihte Lamellen nach {100} und gestreckt nach der c-Axe. Dieselben stimmen auch optisch mit den aus Lösung erhaltenen vollständig überein.

Mikroskopische Prüfung.

Die durch langsame Verdampfung der erwähnten Lösung gewonnenen Kryställchen, welche nicht messbar sind, zeigen unter dem Mikroskope dieselben Formen wie obige mit Ausnahme der Basis. Giebt man einen Tropfen der heissen, gesättigten Lösung auf ein Objectglas, so bilden sich länglich sechsseitige Lamellen nach {100}, welche randlich die Tracen von {110}, {111}, {11$\bar{1}$} zeigen. Letztere bilden oben und unten einen Winkel von 124½°, woraus sich $c : b = 0,526$ berechnet in Uebereinstimmung mit dem makroskopischen Befunde. Die optischen Beobachtungen unter dem Mikroskope stimmen ebenfalls mit obigen überein. Durch rasche Abkühlung der Lösung erhält man Verwachsungen von unter ca. 86¼° sich kreuzenden Leisten, deren Auslöschungsschiefe etwa 13° beträgt. Die Individuen scheinen so gelagert zu sein, dass {001} des einen parallel {100} des anderen und die {010} beider parallel sind, nachdem ihr Neigungswinkel um weniger als ½° von β abweicht; Zwillingsebene wäre dann {$\bar{1}$01}, da ($\bar{1}$01):($\bar{1}$00) = 47⅝° und ($\bar{1}$01):(001) = 46⅝° ist.

Der Verf. glaubt durch diese mikroskopische Untersuchung eine vollkommene und sichere Bestimmung der Substanz geliefert zu haben*) und betont die Wichtigkeit des mikroskopischen Studiums der künstlichen Salze**).

Ref.: A. Cathrein.

15. C. Marangoni (in Florenz): **Ueber elektrische Funkenrichtungen und Sprungflächen der Krystalle** (Rivista di Mineralogia e Cristallografia Italiana 1888, **2**, 49—55). Lässt man durch eine Krystallplatte den elektrischen Funken durchschlagen, so entsteht eine geradlinige Bohrung, welche stets von 1 bis 4 gestreiften, seltener glatten Spaltebenen durchsetzt wird. Manche Mineralien werden leicht unter Petroleum durchlöchert. Der Quarz aber ist sehr widerstandsfähig und zwingt den Funken die Lamelle zu umgehen. Die Durchbohrung 5 mm dicker

---

*) Diese mikroskopische Prüfung hat aber eben so wenig, als die des Pyrrolylentetrabromürs (Rivista di Mineralogia e Crystallogr. Italiana 1887, **2**, 35) eine zuverlässigere Begründung oder wesentliche Erweiterung der goniometrischen, makroskopischen Untersuchung ergeben.

) Zu diesen Aeusserungen findet sich der Verf. durch eine Bemerkung des Referenten über die untergeordnete Bedeutung mikroskopischer Krystallmessungen gegenüber reflexionsgoniometrischen (diese Zeitschr. 1888, **14, 583) veranlasst, allerdings mit Unrecht, denn die Wichtigkeit und den Werth mikroskopischer Krystalluntersuchungen im Allgemeinen, namentlich aber bei Unzulässigkeit des Reflexionsgoniometers, hat Referent nie geleugnet, im Gegentheil durch seine eigenen Arbeiten bestätigt.

Quarze erzielte der Verfasser dadurch, dass er die betreffende Quarzplatte in einem Glasgefässe mit durchbohrtem Boden, woran sich ein dickwandiges Glasrohr anschliesst, an jenem mittelst geschmolzenen Wachs befestigte und mit einer dicken Wachsschichte umgab. Nun wird das Gefäss mit Petroleum oder besser mit Benzin gefüllt, ein feiner Kupferdraht durch die Glasröhre bis zur unteren Fläche der Quarzlamelle geführt und ein ebensolcher auf der oberen Fläche angesetzt. So werden die Funkenentladungen bis zur Durchbohrung wiederholt. Die Ergebnisse sind folgende.

Flussspath. In zu {100} und {111} parallelen Platten nur eine Richtung der Durchbohrung nach den Oktaëderkanten [10$\bar{1}$], sowie zwei glatte, gestreifte oder auch gebogene Spaltflächen parallel den {111}-Flächen, welche durch die Bohrung gehen.

Steinsalz. Drei Funkenrichtungen in Lamellen nach {100} und nach {111}. Erste Bohrung parallel der Würfelkante [001] mit zwei glatten oder gestreiften Sprungflächen (100), (010) entsprechend der Spaltbarkeit, manchmal auch (110), (1$\bar{1}$0), welche Reusch'sche Schlagflächen sind, stets fein gestreift. Zweite Bohrung in der Richtung der Tetraëderkanten [011] mit einer glatten, dieselbe durchsetzenden Spaltfläche parallel {100} und einer gestreiften Sprungfläche parallel {110}. Dritte Bohrung nach den Dodekaëderkanten [111] mit drei gestreiften, den drei durch die Bohrung gehenden {110}-Flächen parallelen Sprungflächen, welche Schlagflächen entsprechen.

Calcit. Basische und Spaltungslamellen ergaben vier Funkenrichtungen. Erste Bohrung fast parallel einer Polkante des Rhomboëders {02$\bar{2}$1} — 2R mit zwei Sprungflächen, die eine, gestreift, selten glatt, parallel einer Fläche von {10$\bar{1}$1} +R, die andere, stets gestreift durch Stufen der beiden anderen +R-Flächen, parallel der normalen {11$\bar{2}$0}$\infty P2$-Fläche entsprechend einer Schlagfläche auf der Basis. Zweite Bohrung parallel einer +R-Kante mit zwei glatten Spaltflächen parallel den +R{10$\bar{1}$1}-Flächen, welche die Bohrung durchsetzen. Dritte Funkenrichtung parallel den Kanten [01$\bar{1}$0] d. h. der längeren Diagonale von +R mit zwei normal zur Bohrung gestreiften Sprungflächen, wovon die eine einer +R-Fläche, die andere einer {$\bar{1}$012} —$\frac{1}{2}R$-Fläche parallel ist, welche sich aus den beiden Spaltungsflächen ergiebt und mit der Reusch'schen Gleitfläche übereinstimmt. Vierte Bohrung nach der Kante {0001} in der Richtung der Hauptaxe mit drei senkrecht dazu durch eine +R-Fläche gestreiften Sprungflächen (10$\bar{1}$0), (01$\bar{1}$0), (1$\bar{1}$00) des Protoprismas ∞R, welche einen sechsstrahligen Stern bilden. Basische Lamellen ergaben ausserdem auch eine Sprungfläche parallel dem Deuteroprisma, welche an Spaltungslamellen stets erschien.

Gyps. Platten parallel {010} zeigten drei Funkenbohrungen, von denen zwei zu {010} symmetrisch liegen, also zusammengehören. Erste Bohrung in der Richtung der Kante [010] mit zwei Sprungflächen, nämlich dem muscheligen Bruche (100) und der Reusch'schen Schlagfläche ($\bar{5}$09), welche ihre Richtung ändert in den Faserbruch ($\bar{1}$01). Alle drei sind normal zur Bohrung gestreift. Zweite Bohrung nach der Kante [9$\bar{9}$5] und zwei parallel (010) gestreiften Sprungflächen (110), ($\bar{5}$09). Die zur {010} normale Bohrung wird um so seltener, je dicker die Platten sind, wo sie dann den [995] oder [9$\bar{9}$5] folgt. Auch ist das Verhalten nach dem Fundorte verschieden, wie mehrere Versuche ergaben. Senkrecht zur (010) geschnittene Lamellen von 6 mm Dicke wurden durch Entladung in der Richtung der Symmetrieebene nicht gespalten, vielmehr umging sie der Funken und erst bei 4 mm Dicke theilte sich die Lamelle parallel (010) ohne Spur von Bohrung und Streifen.

Quarz. In Platten senkrecht zur Hauptaxe fand Verfasser zwei Funkenrichtungen. In einem rechtsdrehenden Krystalle liegt die Bohrung im Durchschnitte der normal dazu fein gestreiften Sprungflächen (101̄1), (5.7.1̄2̄.5). Durch Schlag erweitern sich diese Sprungebenen nicht, sondern es entsteht muscheliger Bruch. In anderen deutlich plagiëdrischen Quarzen ist die Bohrung parallel der Kante [0001], also der Hauptaxe, obgleich etwas gekrümmt. Die Sprungflächen sind parallel der Basis gestreift und nicht ganz eben, sie entsprechen den Prismenflächen zweiter Ordnung (112̄0), (2̄110), (12̄10).

Die Bestimmung der elektrischen Spaltebenen geschah theils mit dem Reflexionsgoniometer, theils durch den Nachweis gleichzeitiger Einspiegelung derselben mit äusseren Flächen des betreffenden Krystalls oder durch Aufkleben gleich orientirter Krystalle.

Ref.: A. Cathrein.

16. G. La Valle (in Rom): **Krystallformen am Diopsid von Borne de' Brous bei Ala in Piemont** (Accademia dei Lincei, Memorie 1888, **5**, 389—395).

Fünf der gemessenen Krystallgruppen stammen aus dem mineralogischen Museum der Universität Rom, andere fünf aus dem Turiner Universitätsmuseum. Farblose oder weissliche, durchsichtige bis durchscheinende grosse und kleine Individuen sind parallel oder regellos verwachsen.

Beobachtete Formen:		Winkel:	Gemessen:	Berechnet für Diopsid von der Mussa (diese Zeitschr. **18**, 293):
{001}*)	{111}	(110):(100) =	46° 26′ 24″	46° 23′ 26″
{100}	{1̄11}*)	(310):(100) =	19 18 48	19 17 9 **)
{010}	{1̄12}*)	(510):(100) =	11 46 0	11 51 26
{110}	{221}*)	(021):(010) =	41 25 0	41 24 12
{310}	{2̄21}*)	(041):(010) =	23 46 20	23 47 27
{510}	{3̄31}*)	(132):(010) =	52° ***) 55′ appr.	52 24 20
{1̄01}*)	{421}*)	(132):(021) =	14 33′ appr.	14 46 41
{501}*)	{132}	(132):(041) =	29 16	29 40 11
{011}*)	{1̄31}	(111):(132) =	16 38 appr.	16 12 42
{021}	{1̄51}	(1̄31):(021) =	20 53 appr.	21 8 15
{041}		(1̄31):(1̄51) =	11 6 appr.	11 0 31
		(1̄51):(010) =	19 23 0″	19 23 51
		(1̄51):(041) =	12 11 20	12 10 56

Habitus säulig nach der c-Axe, tafelig nach {010} und {100}. Die Flächen der verticalen Prismenzone sind stets eben und lebhaft glänzend, oft längsgestreift. An den meistens nur einseitig entwickelten Polen herrschen die immer matten und rauhen {001}-, {1̄01}†)-Flächen im Gegensatz zu den gewöhnlichen Mussakrystallen. An einigen Individuen sind verhältnissmässig ausgedehnt die bald matten, bald glänzenden {111}, {2̄21}, welch' letztere die charakteristische Streifung parallel [110] zeigt, {3̄31} klein und glänzend, {1̄11} meistens rauh, {041} und {021} mit kleinen glänzenden Flächen, letztere auch matt. Ebenso sind die Flächen von {011}, {421} matt, die von {221}, {1̄12}, {501} glänzend.

*) Ein Nachweis dieser Formen durch Winkel oder Zonen fehlt.

**) Nicht wie im Original 19° 17′ 10″.

***) Im Original steht versehentlich 51°, wie aus der angegebenen Differenz + 30′ 40″ folgt.

†) Der Verf. gebraucht für das Orthodoma die Bezeichnung »Pinakoid«, welche doch nur für solche Formen gebräuchlich ist, deren Flächen mit zwei Axen parallel sind.

Bezüglich der Häufigkeit der beobachteten Formen ist zu bemerken, dass die ersten sieben sammt {111} an allen zehn gemessenen Krystallen, {$\bar{2}$21} an acht, {041} an sechs, {021} an fünf, {$\bar{1}$12} an drei, {011} und {$\bar{1}$11} an zwei, die übrigen an nur einem Individuum wahrgenommen wurden.

Begleiter dieses Vorkommens ist hyazinthrother Granat der Combination {110}.{211}.{231}, sowie Chlorit.

Ref.: A. Cathrein.

17. E. Scacchi (in Neapel): **Krystallformen von Ammonium-Molybdänoxyfluoriden und Ammoniumdimolybdat** (R. Accademia dei Lincei, Roma 1888, Memorie a. 1887, 4, 473—479). Sämmtliche Verbindungen dargestellt von F. Mauro.

1. Triammonium-Molybdänoxyfluorid, $MoO_2Fl_2.3NH_4Fl$.

Erhalten durch Auflösung des gewöhnlichen Ammoniummolybdates in einer Lösung von Fluorammonium und Flusssäure. Fast durchsichtige, farblose, schwach glasglänzende Nädelchen von 2—3 mm Länge und $\frac{1}{6}$ mm Dicke, selten mit Endausbildung.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a:b:c = 0,54522:1:0,87672.$$

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
{100}	(100):(110) =	*28° 36′	—
{010}	(011):(0$\bar{1}$1) =	*82 29	—
{110}	(110):(010) =	61 22	61° 24′
{011}	(011):(110) =	71 32	71 36

{110} stets vorherrschend, {100}, {010} schmal, letzteres oft fehlend, {011} mit ungleichmässiger Flächenentwicklung.

Bruch muschelig. Spaltbarkeit nach {001}.

Gerade Auslöschung nach der Prismenaxe.

2. Molybdänsäure-Fluorammonium, $MoO_3.2NH_4Fl$.

Erhalten als ammoniakalischer Niederschlag in der Lösung voriger Verbindung. Krystallisirt aus der durch Ammoniak und Fluorammonium oder Ammoniak allein hergestellten Lösung des Niederschlags. Krystalle fast durchsichtig gelblich, glas- bis diamantglänzend, selten 2 mm lang.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a:b:c = 0,57464:1:0,67705.$$

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
{001}	(110):(1$\bar{1}$0) =	*59° 46′	—
{010}	(011):(010) =	*55 54	—
{110}	(010):(110) =	60 16	60° 7′
{011}	(001):(011) =	33 52	34 6
	(011):(110) =	73 48	73 47

Vertical säulenförmige Combinationen mit oder ohne {001} und sehr ähnlich denen des Aragonit. Die {110}-Flächen allein sind eben. Gewöhnlich Zwil-

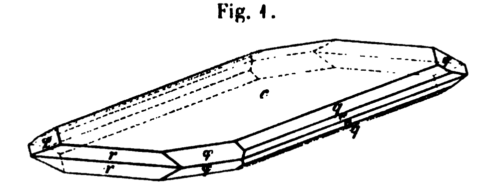
linge nach {110} mit Juxtaposition zweier oder Penetration von 2—3 Individuen, wie beim Aragonit. — Bruch glasig.

3. Normales Ammonium-Molybdänoxyfluorid*), $Mo O_2 Fl_2 . 2NH_4 Fl$.

Auflösung des vorhergehenden Salzes in mit Flusssäure versetztem Wasser lieferte Krystalle von 5—7 und oft 18 mm Länge (Fig. 1) mit den Formen: c{001}, r{201}, q{012}, e{011}, φ{4.9.21}, von denen q und φ neu sind.

Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
(012):(001)	= 26° 48′	26° 56′
(4.9.21):(001)	= 26 22	26 14
(4.9.21):(4.$\bar{9}$.21)	= 46 20	46 0
(4.9.21):(201)	= 57 33	57 44
(221):(001)	= 72 36	72 26
(221):(010)	= 52 3	52 8

Fig. 1.



In den tafelförmigen Combinationen vertritt {012} das {010} und {4.9.21} die Pyramide {221}, oder es bildet {4.9.21} mit der Basis allein einen lanzettförmigen Typus vorn spitzwinklig, seitlich abgerundet. {4.9.21} und {012} fanden sich nur an aus wässeriger Lösung entstandenen Krystallen. Die {4.9.21}-Flächen geben in Folge Polyëdrie selten befriedigende Messungen. Auch die Verbindung ($WO_2 Fl_2 . 2NH_4 Fl$) liefert nach Marignac dieselben Lanzettformen aus wässeriger Lösung und die säulen- und tafelförmigen Combinationen aus flusssaurer Lösung.

Der Vergleichung der Winkel der isomorphen Salze sind hinzuzufügen**):

	(012):(001)	(221):(001)
$Mo O_2 Fl_2 . 2NH_4 Fl$	= 26° 56′	= 72° 26′
$Nb O Fl_3 . 2NH_4 Fl$	26 42	72 26
$WO_2 Fl_2 . 2NH_4 Fl$	26 40	72 25

	(221):(22$\bar{1}$)
$Mo O_2 Fl_2 . 2NH_4 Fl$	= 35° 9′
$Nb O Fl_3 . 2NH_4 Fl$	35 9
$WO_2 Fl_2 . 2NH_4 Fl$	35 10

4. Oktaëdrisches Ammonium-Molybdänoxyfluorid,

$Mo O_2 Fl_2 . NH_4 Fl . (NH_4)_2 O$.

Kleine, durchsichtig farblose, lebhaft glasglänzende Kryställchen, erhalten durch Verdampfung einer ammoniakalischen Lösung des unter 1. beschriebenen Salzes, auch in der Mutterlauge von $Mo O_3 . 2NH_4 Fl$.

Krystallsystem regulär; {111} allein oder mit untergeordnetem {100}. Optisches Verhalten vollständig isotrop.

*) Nachdem über eine frühere Untersuchung dieser Verbindung bereits referirt ist (diese Zeitschr. **18**, 298), so werden hier nur die neuen Beobachtungen mitgetheilt.

**) Bezüglich der Axenverhältnisse der Niob- und Wolframverbindung, welche Verf. nach Rammelsberg's kryst.-physik. Chemie wiedergegeben hat, ist noch zu bemerken, dass a = 0,8367 und 0,8255, nicht = 0,8366 und 0,8258 ist.

5. Ammoniumdimolybdat. $2MoO_3.(NH_4)_2O.H_2O$.

Durch Verdunstung einer ammoniakalischen Lösung von $(MoO_3.2NH_4Fl)$ an der freien Luft erhält man farblose, durchsichtige, glasglänzende Krystalle, welche sich an der Luft trüben.

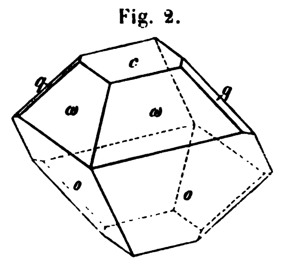
Krystallsystem: Monoklin.

$a:b:c = 0,96628:1:0,94498$*); $\beta = 72^0 48'$.

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
$c\{001\}$	$(111):(001)$	$*45^0 13'$	—
$\{100\}$	$(\bar{1}11):(001)$	$*61\ 19$	—
$\{010\}$	$(111):(\bar{1}11)$	$*71\ 32$	—
$q\{011\}$	$(100):(001)$	72 32	$72^0 48'$
$\{10\bar{1}\}$	$(011):(001)$	42 4	42 4
$\omega\{111\}$	$(011):(010)$	48 0	47 56
$o\{11\bar{1}\}$	$(\bar{1}01):(001)$	52 46	52 44
	$(10\bar{1}):(100)$	54 30	54 28
	$(111):(11\bar{1})$	73 29	73 28
	$(111):(100)$	45 56	45 54
	$(111):(1\bar{1}1)$	59 12	59 6
	$(111):(010)$	60 39	60 27
	$(111):(011)$	31 13	31 25
	$(111):(10\bar{1})$	91 13	91 10
	$(11\bar{1}):(100)$	62 51	62 34
	$(\bar{1}11):(011)$	40 23	40 7
	$(11\bar{1}):(1\bar{1}\bar{1})$	75 16	75 7
	$(11\bar{1}):(010)$	52 14	52 26
	$(11\bar{1}):(10\bar{1})$	37 43	37 34
	$(11\bar{1}):(011)$	87 5	87 1

Tafelig durch Vorwalten zweier $\{\bar{1}11\}$-Flächen und dann durch ungleichmässige Flächenentwicklung scheinbar triklin verzerrt. Seltener pyramidal durch $\{111\}$, $\{\bar{1}11\}$ mit $\{001\}$ und schmalem $\{011\}$ (Fig. 2). Die Pyramide $\{\bar{1}11\}$ überwiegt stets $\{111\}$, diese sowie $\{001\}$ und das immer schmale $\{011\}$ gehören zu den gewöhnlichen Formen, während die übrigen seltene und äusserst untergeordnete Abstumpfungen darstellen. Flächenbeschaffenheit der Messung günstig. — Bruch glasig.

Fig. 2.



Ref.: A. Cathrein.

18. E. Scacchi (in Neapel): **Krystallographische Untersuchung von Kalium- und Ammonium-Molybdänhyperoxyfluoriden** (Accademia dei Lincei, Memorie 1887, 4, 489—500). Dargestellt von F. Mauro.

1. Kalium-Molybdänhyperoxyfluorid, $MoOFl_3.2KFl.H_2O$.

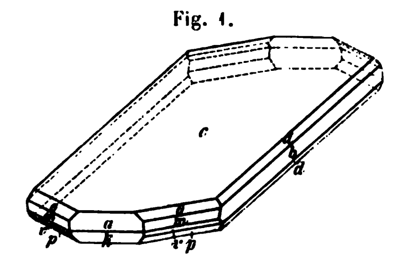
Krystallsystem: Monoklin.

$a:b:c = 0,99975:1:1,03200$; $\beta = 80^0 56'$.

*) Nicht wie im Original 0,94497.

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
$c\{001\}$	$(001):(110)$	$= {}^*83^0 34'$	—
$a\{100\}$	$(110):(1\bar{1}0)$	$= {}^*89\ 16$	—
$b\{010\}$	$(021):(001)$	$= {}^*63\ 52$	—
$m\{110\}$	$(100):(001)$	$= 80\ 52$	$80^0 56'$
$k\{10\bar{1}\}$	$(010):(110)$	$= 45\ 24$	$45\ 22$
$d\{021\}$	$(10\bar{1}):(001)$	$= 129\ 29$	$129\ 24$
$o\{111\}$	$(111):(001)$	$= 50\ 57$	$51\ 7$
$v\{11\bar{1}\}$	$(11\bar{1}):(001)$	$= 120\ 12$	$120\ 9$
$p\{11\bar{2}\}$	$(11\bar{2}):(001)$	$= 141\ 37$	$141\ 53$

Fig. 1.



Kryställchen durchsichtig himmelblau in rechteckigen oder sechs- bis achteckigen dünnen Blättchen, welche aus stark flusssaurer Lösung flächenärmer, aus schwach flusssaurer Lösung oder auf elektrolytischem Wege erhalten flächenreicher sind (Fig. 1). Immer entwickelt und vorherrschend ist $\{001\}$. Sehr häufig sind $\{100\}$, $\{010\}$, $\{021\}$, selten dagegen $\{111\}$, $\{11\bar{1}\}$ oft auch mit unvollzähligen Flächen. $\{001\}$, $\{110\}$ geben bessere Bilder als die übrigen.

Spaltbarkeit undeutlich parallel $\{010\}$.

Optische Axenebene $\{010\}$, spitze negative Bisectrix fast normal zu $\{001\}$. Dispersion $\varrho < v$. Scheinbarer Axenwinkel in Luft $33^0 10'$ für Roth, $33^0 41'$ für Gelb, $34^0 10'$ für Grün.

Bemerkenswerth ist der Isomorphismus mit dem normalen Kalium-Nioboxyfluorid $(NbOFl_3 . 2KFl . H_2O)$, mit dem Kalium-Titanfluorid $(TiFl_4 . 2KFl . H_2O)$ und den beiden folgenden Verbindungen, deren unsichere Untersuchung durch Marignac eine Wiederholung erheischte.

2. Normales Kalium-Molybdänoxyfluorid, $MoO_2Fl_2 . 2KFl_2 . H_2O$.

Krystallsystem: Monoklin.

$$a:b:c = 1,00056 : 1 : 0,99943 ; \; \beta = 76^0 31'.$$

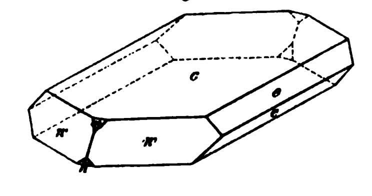
Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
$c\{001\}$	$(001):(101)$	$= {}^*38^0 14'$	—
$\{110\}$	$(001):(10\bar{1})$	$= {}^*128\ 18$	—
$n\{101\}$	$(001):(011)$	$= {}^*44\ 11$	—
$k\{10\bar{1}\}$	$(110):(001)$	$= 79\ 29$	$80^0 23'$
$\{30\bar{1}\}$	$(101):(011)$	$= 55\ 6$	$55\ 43$
$\{15.0.\bar{2}\}$	$(10\bar{1}):(110)$	$= 64\ 40$	$63\ 41$
$e\{011\}$	$(30\bar{1}):(001)$	$= 96\ 8$	$95\ 54$
$\{085\}$	$(15.0.\bar{2}):(001)$	$= 84\ 13$	$84\ 9$
$\{031\}$	$(011):(10\bar{1})$	$= 116\ 29$	$116\ 23$
$w\{332\}$	$(01\bar{1}):(10\bar{1})$	$= 63\ 14$	$63\ 37$
$\{33\bar{1}\}$	$(085):(001)$	$= 57\ 22$	$57\ 15$
$\{88\bar{1}\}$	$(031):(001)$	$= 70\ 40$	$71\ 4$
	$(332):(001)$	$= 56\ 54$	$56\ 47$

Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
$(332):(3\bar{3}2)$	$= 72^0 44'$	$72^0 34'$
$(332):(101)$	$= 37\ 22$	$37\ 14$
$(332):(011)$	$= 36\ 28$	$36\ 22$
$(332):(01\bar{1})$	$= 88\ 38$	$88\ 52$ *)
$(33\bar{1}):(001)$	$= 95\ 35$	$94\ 11$
$(33\bar{1}):(10\bar{1})$	$= 53\ \ 4$	$53\ 14$
$(88\bar{1}):(001)$	$= 85\ 22$	$85\ 31$

Die von Marignac beobachteten Formen $\{33\bar{4}\}$, $\{33\bar{2}\}$**) hat Verf. nicht gefunden***).

Krystalle farblos durchsichtig, an der Luft opak werdend, gewöhnlich in perlmutterartigen Schuppen, nur aus schwach überschüssig flusssaurer Lösung deutlich krystallisirt in rechteckigen, acht- oder länglich sechseckigen dünnsten Blättchen. Am häufigsten erscheint $\{001\}$, welche stets vorhanden und vorwaltend ist, dann $\{101\}$, $\{10\bar{1}\}$, $\{011\}$, $\{332\}$ (s. Fig. 2), die übrigen sind selten. Mit Ausnahme von $\{101\}$ liefern alle gute Bilder. — Bruch muschelig.

Fig. 2.



Optische Axenebene $\{010\}$, spitze positive Mittellinie fast normal zu $\{001\}$. Dispersion $\varrho < v$. Scheinbarer Axenwinkel in Oel $64^0 21'$ für Roth, $64^0 34'$ für Gelb, $64^0 41'$ für Grün.

3. Normales Kalium-Wolframoxyfluorid, $WO_2Fl_2 . 2KFl . H_2O$.

Nach Marignac wahrscheinlich monoklin und isomorph mit den analogen Salzen des Titans und Niobs. (Ann. chim. 1863, **69**, 70; 1866, **8**, 26.)

Krystallsystem: Monoklin.

$$a:b:c = 1,00191 : 1 : 1,04813 ;\ \beta = 81^0 13'.$$

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
$c\{001\}$	$(001):(100)$	$= *81^0 13'$	—
$a\{100\}$	$(100):(110)$	$= *44\ 43$	—
$b\{010\}$	$(021):(001)$	$= *64\ 14$	—
$m\{110\}$	$(001):(010)$	$= 90\ \ 1$	$90^0\ 0'$
$\beta\{703\}$ *	$(001):(110)$	$= 83\ 46$	$83\ 46$
$k\{10\bar{1}\}$	$(703):(001)$	$= 60\ 26$	$60\ 21$
$t\{80\bar{7}\}$	$(10\bar{1}):(001)$	$= 129\ 11$	$129\ \ 6$
$s\{40\bar{3}\}$	$(10\bar{1}):(110)$	$= 61\ 39$	$61\ 32$
$h\{20\bar{1}\}$	$(80\bar{7}):(001)$	$= 124\ 37$	$124\ 41$
$\eta\{80\bar{3}\}$ *	$(40\bar{3}):(001)$	$= 120\ 32$	$119\ 43$

*) Nicht $87^0 26' 56''$ wie im Original.

**) Die Naumann'schen Zeichen im Original zeigen eine Verwechselung der Coëfficienten.

***) Aus einer Vergleichstabelle der Winkelwerthe Marignac's, welcher das trikline System annahm, mit den vorliegenden geht hervor, dass des Letzteren Messungen von seiner Berechnung durchschnittlich weniger abweichen, als beim Verf., während Scacchi's Messungen mit Marignac's Berechnungen besser stimmen als mit seinen eigenen.

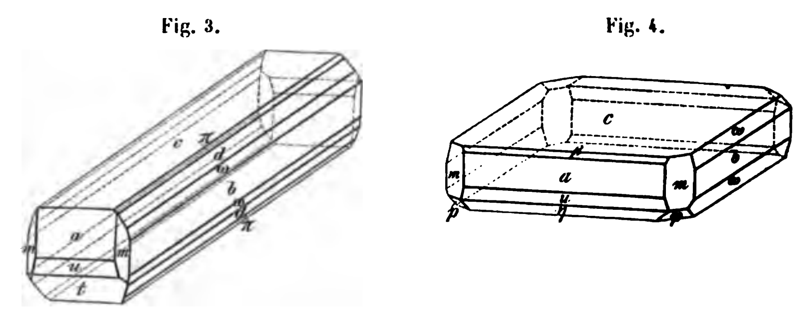
Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
$c\{70\bar{2}\}$	$(20\bar{1}):(001)$ =	108° 5′	108° 13′
$u\{40\bar{1}\}$	$(80\bar{3}):(001)$ =	101 50	101 46
$\nu\{075\}$ *	$(70\bar{2}):(001)$ =	97 1	96 57
$\pi\{032\}$ *	$(40\bar{1}):(001)$ =	94 58	94 59
$d\{021\}$	$(40\bar{1}):(110)$ =	46 29	46 21
$f\{041\}$	$(075):(001)$ =	55 34	55 25
$\tau\{092\}$ *	$(032):(001)$ =	57 10	57 14
$\omega\{051\}$ *	$(041):(001)$ =	76 18	76 26
$\theta\{071\}$ *	$(092):(001)$ =	77 41	77 53
$\psi\{0.15.1\}$ *	$(051):(001)$ =	79 16	79 4
$o\{111\}$	$(071):(001)$ =	82 7	82 9
$p\{11\bar{2}\}$	$(0.15.1):(001)$ =	86 21	86 19
$\varphi\{22\bar{3}\}$ *	$(111):(001)$ =	51 43	51 36
$q\{33\bar{1}\}$	$(11\bar{2}):(001)$ =	141 23	141 30
	$(22\bar{3}):(001)$ =	133 7	132 29
	$(33\bar{1}):(001)$ =	96 17	96 46

Die mit * bezeichneten Formen wurden nur einmal gefunden und lieferten undeutliche vielfache Bilder, sind also unsicher.

Die von Marignac ausserdem beobachteten Formen $\{201\}$, $\{401\}$, $\{30\bar{2}\}$, $\{20\bar{3}\}$, $\{011\}$, $\{043\}$, $\{081\}$, $\{11\bar{1}\}$ fand Verf. nicht*).

Die Krystalle sind farblos durchsichtig und trüben sich an der Luft. Gewöhnlich erscheinen sie in perlmutterartigen Schuppen, bei langsamer Krystallisation aus flusssäurehaltiger Lösung erhält man regelmässigere Formen in zwei Typen, entweder säulenförmig nach der a-Axe (Fig. 3) oder häufiger quadratische und rechteckige bis achteckige Tafeln nach der Basis (Fig. 4), oft mit paralleler Verwachsung nach $\{001\}$. Die häufigsten Formen sind $\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$,

Fig. 3. Fig. 4.



$\{10\bar{1}\}$, $\{110\}$, $\{021\}$, $\{041\}$. Ausser den unsicheren Formen, welche gewöhnlich unvollzählige Flächen zeigen, erscheint oft auch $\{110\}$ nur an einer oder zwei Kanten bei den tafelförmigen Krystallen. Die besten Bilder geben $\{001\}$, $\{100\}$, $\{110\}$.

Bruch muschelig, Spaltbarkeit undeutlich parallel $\{010\}$.

Optische Axenebene $\{010\}$. Spitze positive Bisectrix für Gelb 8° gegen die c-Axe im stumpfen Winkel β geneigt. Dispersion $\varrho > \upsilon$. Scheinbarer Axenwinkel in Oel 72° 31′ (für Roth), 71° 53′ (für Gelb), 71° 19′ (für Grün).

*) Eine im Original folgende Vergleichstabelle der von Marignac beobachteten und berechneten Winkel zeigt ungefähr dieselben Abweichungen wie die vorliegenden.

Eine Vergleichung der wichtigeren Winkel obiger drei Salze mit dem von Marignac untersuchten $TiFl_4 . 2KFl . H_2O$ (Ann. des Min. 1859, **15**, 235) und $NbOFl_3 . 2KFl . H_2O$ (Ann. Chim. Phys. 1866, **8**, 26) ergiebt eine geometrische Homöomorphie aller dieser Verbindungen und eine geometrische Isomorphie des Wolfram- und Molybdänhyperoxyfluorids mit dem Titansalze einerseits, sowie des Molybdänoxyfluorids mit der Niobverbindung andererseits. Ein weiterer Versuch des Verfs., den Isomorphismus auch zwischen den beiden Gruppen zum Ausdruck zu bringen durch Ausgleich der Constanten, zeigt zwar eine wesentliche Annäherung, es werden aber hierbei die meisten Flächensymbole sehr complicirt.

4. Normales Ammonium-Molybdänhyperoxyfluorid, $MoOFl_3 . 2NH_4Fl$.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,84289 : 1 : 1,01998.$$

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
c {001}	(001):(011) =	*45° 34′	—
b {010}	(201):(001) =	*67 33	—
n {101}	(101):(001) =	50 39	50° 26′
v {605}	(605):(001) =	55 35	55 27
r {201}	(201):(20$\bar{1}$) =	44 59	44 54
q {012}	(201):(221) =	37 56	37 55
t {034}	(012):(001) =	27 2	27 1
e {011}	(034):(001) =	37 30	37 25
s {221}	(011):(201) =	74 33	74 30
	(011):(221) =	49 37	49 29
	(221):(001) =	72 39	72 28
	(221):(010) =	51 56	52 5
	(20$\bar{1}$):(221) =	56 5	56 2
	(22$\bar{1}$):(011) =	73 43	73 50
	($\bar{2}$21):(22$\bar{1}$) =	86 8	86 23

Krystalle durchsichtig, bläulich, manchmal grün, an der Luft opak und berlinerblau werdend. Habitus der blauen Krystalle (Fig. 5) tafelig nach {001} und

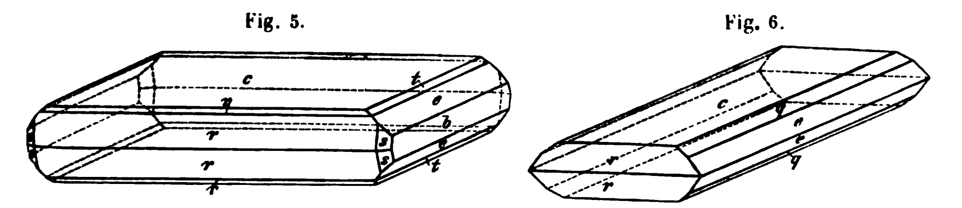


Fig. 5. Fig. 6.

gestreckt bald nach der b-, bald nach der a-Axe, oder säulig nach {011}; die grünen Krystalle erscheinen als basische Tafeln (Fig. 6), welche im Sinne der a-Axe gestreckt sind. {201} und {011} sind stets entwickelt. {101}, {605}, {034} geben undeutliche Bilder. — Bruch muschelig.

Optische Axenebene parallel {100}, spitze negative Bisectrix normal zu {010}. $2H_a = 91°55'$ (gelb), $2H_o = 92°41'$ (gelb), $2V_a = 89°38'$.

Eine Vergleichung der Axenverhältnisse und Winkel dieses Salzes mit den

früher vom Verf. schon verglichenen Verbindungen $MoO_2Fl_2 . NH_4Fl$, $NbOFl_3 . 2NH_4Fl$ und $WO_2Fl_2 . 2NH_4Fl$ (diese Zeitschr. **18**, 298) ergiebt einen geometrischen Isomorphismus dieser vier Salze.

Ref.: A. Cathrein.

19. G. Strüver (in Rom): **Ueber die Idokraskrystallformen aus dem Serpentin von der Mussa** (R. Accademia dei Lincei, Memorie 1888, **5**, 305—329). Vergl. diese Zeitschr. **14**, 584. Von dem bekannten grünen Idokras aus der Idokrasbank im Serpentin der Testa Ciarva auf der Mussa-Alpe in Piemont lagen dem Verf. zahlreiche ältere und neuere Krystalle im mineralogischen Museum der Universität Rom vor. Ausserdem untersuchte er auch die Krystalle der Turiner Sammlung, welche Zepharovich zu seiner Monographie (Sitzungsber. der Wiener Akademie 1864, **49**, I. 6—134) benutzt hatte.

Der Habitus ist viel kürzer säulig als bei dem Vorkommen aus der Granatbank. Von den durch Zepharovich aufgestellten drei Typen der grünen Krystalle fehlt gänzlich der basisfreie. Abgesehen von den allmählichen Uebergängen ergiebt sich die Bedeutungslosigkeit dieser »Typen« aus der steten Verschiedenartigkeit der Pole beiderseits entwickelter Krystalle, bei welchen die Basis einerseits recht gross, andererseits ganz klein erscheint und dafür die Grundpyramide vorherrscht. Bezüglich der Flächenentwickelung ist gegenüber dem Vorkommen von der Granatbank die grössere Regelmässigkeit der Krystallquerschnitte, welche Quadrate mit gleichmässig abgestumpften Ecken bilden (110.100), bemerkenswerth. An den Enden entsteht durch Vorherrschen zweier gegenüberliegender oder anstossender Flächen oder auch einer Fläche von {111} ein rhombischer oder monokliner Habitus. Von Interesse ist die wiederholte Zerbrechung und Ausheilung durch Idokras oder erdige Substanz, welche sowohl den derben Idokras als die Krystalle betroffen hat. Sehr häufig sind zwei benachbarte {110}-Flächen und die anliegenden der Grundpyramide, oder auch nur je eine der genannten Flächen unregelmässig mit kleinen Idokraskryställchen besetzt, welche nicht selten in den Träger eingesenkt erscheinen. Die Bildung dieser kleineren Individuen führt der Verf. auf eine raschere, ungleichmässige Krystallisation, den einseitigen Absatz auf Strömungen in der Lösung zurück. Durch diese Einschlüsse könnten sich auch die optischen Anomalien erklären.

Unter den von Zepharovich gegebenen Formen dieses Vorkommens sind vorerst die stumpferen Protopyramiden nicht sicher, was sich nicht allein aus den Worten Zepharovich's, sondern auch aus seinen nur approximativen Messungen ergiebt. Auch aus des Verf.'s Beobachtungen folgt dasselbe, mit Ausnahme vielleicht von {112}, welche wie die anderen sehr selten ist. Ferner scheint unsicher {102}, der Verf. fand nur einmal eine Fläche in der Zone zwischen (001) und (101), welche sich (102) sehr nähert; auch für diese Form ist Zepharovich's Winkel nur approximativ. Ebenso verhält es sich mit den von Zepharovich einmal mit annähernden Winkeln beobachteten Formen {629}, {319}; der Verf. fand an zwei Individuen eine Fläche zwischen (001) und (132), beim einen breit und rauh, beim anderen glänzend aber sehr schmal, so dass die Messungen unsicher sind. Von den fünf Pyramiden $\{hkk\}$ $h > k$ Zepharovich's sind unzweifelhaft und auch sehr häufig nur {311} und {211}, wogegen für {411}, {833} und {711} nur approximative Messungen vorliegen. Bezüglich der ditetragonalen Prismen ist zu bedenken, dass die ausgesprochene oscillatorische Combination von {110}.{100} bekanntlich Scheinflächen hervorrufen kann, welche der Lage einer einfachen Krystallfläche sehr nahe kommen; so verhält es sich mit

Zepharovich's {530}, von welchem er an einem Krystalle zwei Flächen an Stelle einer {110}-Fläche fand und ($1\bar{1}0$)*):(530) = 76° 28′ mit dem Anlegegoniometer mass. Daher ist in Anbetracht der Unsicherheit solcher Messungen und eines mangelnden einfachen Zonenverbandes dieses Prisma noch unbestimmt. Was {210} betrifft, so verhindert den Nachweis der Zugehörigkeit zur Zone [001:211] eine dazu schiefe Streifung auf {211} und vereitelt die Streifung und Schmalheit der {210}-Flächen genaue Messungen; auch Zepharovich giebt nur zweimal die Neigung zum Deuteroprisma und einmal zum Protoprisma an. Dieser Abgang ditetragonaler Prismen begründet einen wesentlichen Unterschied der Mussakrystalle von den vulkanischen Vorkommnissen. Aus einer Vergleichung der an den neuen Krystallen beobachteten Combinationen ergiebt sich, dass die Mehrzahl der Individuen eine mittlere Anzahl von Formen zeigen, während flächenreichere Combinationen nicht selten, flächenarme sehr selten auftreten. Die häufigste und charakteristische Combination ist {110}.{100}.{001}.{111}.{331}.{211}.{311}.{312}, von welcher die ersten vier Formen immer, die letzten vier fast immer vorhanden sind; ausserdem finden sich {221} in Gesellschaft von {331} und {101} bei etwa dem dritten Theile der Krystalle. Aehnlich verhalten sich die alten Krystalle, nur ist {101} hier viel häufiger, dagegen {312}, {211} und {221} seltener.

Die Oberflächenbeschaffenheit der Formen stimmt nicht immer mit den Angaben Zepharovich's. Die Basis wird meistens ersetzt durch sehr stumpfe Protopyramiden $(hhl):(\bar{h}\bar{h}l)$ = 7′—10′ mit zu den Basiskanten paralleler feiner Streifung. Der oft gleichmässig abgestumpfte Scheitel dieser vicinalen Pyramiden liegt im Mittelpunkte der Basis oder seitlich am Rande, an der Ecke, einmal fand er sich darüber hinaus; dem entsprechend sind die Streifensysteme vierfach bis einfach. Mitunter finden sich auch mehrere solche flache Pyramiden auf der Basis verstreut. In anderen Fällen sieht man auf {001} stumpfe ditetragonale Pyramiden in kleinerer oder grösserer Anzahl und ebenfalls nach ihren Basiskanten gestreift; die stumpfen Winkel der Oktogone sind gegen die Basiskante von {111} gewendet. Die Pole dieser ditetragonalen Pyramiden sind nicht selten durch {001} abgestumpft. Sie erscheinen bald vereinzelt, bald gehäuft oder reihenweise. Zepharovich erwähnt sie nicht. Die Seitenflächen der auf der Basis aufgewachsenen quadratischen Täfelchen sind gegen {001} unter 2°—4° geneigt. Ein sehr schöner Krystall zeigt eine ganz abweichende Zeichnung der Basis, indem zu dem quadratischen Streifensysteme noch die Tracen von {100} hinzutreten. Zur Berichtigung der Darstellung Zepharovich's beschreibt der Verf. die Lamellen auf den {111}-Flächen. Dieselben haben die Form eines Pentagons, dessen obere Seite parallel der Basiskante von {111} ist, während dessen Seitenlinien der Trace von {312} und die unteren Seiten den Tracen von {100} parallel sind. Daher messen die beiden oberen Winkel des Pentagons 90°, die seitlichen etwa 141½° und der untere Winkel etwa 77°. Zepharovich betrachtet diese Pentagone in Projection auf {001}, wobei aber die für Idokras charakteristischen Winkel verloren gehen und wie bei allen tetragonalen Substanzen drei rechte und zwei Winkel zu 135° zum Vorschein kommen. Doch auch in dieser Lage lässt sich das Pentagon nicht, wie Zepharovich meint, in ein Quadrat und gleichseitiges Dreieck, sondern immer nur in ein gleichschenkliges Dreieck und Quadrat zerlegen. Zudem verwechselt Zepharovich bei Bestimmung des Parallelismus

*) In Strüver's Abhandlung steht versehentlich (110).

der Umrisse des Pentagons mit {312} und {100} die betreffenden Seiten. Die fünf Streifensysteme, welche die Pentagone herstellen, können auch in geringerer Zahl und einzeln auftreten, so dass verschiedene Figuren entstehen. Die Seitenflächen dieser übereinander geschichteten Lamellen bilden mit der darunter liegenden {111}-Fläche Winkel von 2°—6°. Die Pyramide {331} ist oft sehr gross, selbst grösser als {111}, horizontal gestreift und mit quer gestreckten Erhabenheiten versehen, welche oben von einer mit {221} einspiegelnden Fläche, unten von zwei zur Höhenlinie symmetrischen convexen Flächen ditetragonaler Pyramiden begrenzt sind.

Zur Bestimmung des Axenverhältnisses wählte der Verf. aus der grossen Zahl von gemessenen Krystallen nur sechs, bei welchen alle vier Pyramidenflächen sammt der Basis einfache und vollkommene Bilder gaben, sodass die gemessenen Winkel gleichwerthig erscheinen. Es wurden nun bei jedem Individuum die vier Winkel der Basis zur Pyramide und die vier Polkanten der letzteren gemessen.

Als Mittel der Messungen von je vier Kanten ergaben sich:

$(001):(111) =$	$37° 15' 7'',5$	$(111):(1\bar{1}1) =$	$50° 41' 0''$
	37 15 7,5		50 40 7,5
	37 14 0		50 40 37,5
	37 15 7,5		50 41 37,5
	37 15 0		50 40 22,5
	37 15 22,5		50 41 45
Mittel $=$	$37° 14' 57'',5$	Mittel $=$	$50° 40' 55''$

Diese beiden Mittel sind gleichwerthig, aus dem zweiten berechnet sich das erste $= 37° 14' 58'',8$ und aus dem ersten das zweite $= 50° 40' 53'',4$; das Mittel von diesen abgeleiteten und den gemessenen Werthen giebt nun den Vergleich:

Winkel:	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
$(001):(111) =$	$37° 14' 57'',5$	$37° 14' 58'',15$	$-0'',65$
$(111):(1\bar{1}1) =$	50 40 55	50 40 54,2	$+0,8$

Daraus folgt das Axenverhältniss:

$$a : c = 1 : 0,53768644$$

gegen das von Zepharovich $= 1 : 0,5375414$,

wonach die betreffenden Winkelwerthe:

	Gemessen:	Berechnet:	Differenz:
$(001):(111) =$	$37° 14' 37'',7$	$37° 14' 31'',3$	$+ 6'',4$
$(111):(1\bar{1}1) =$	50 40 4,3	50 40 20,6	$-16,3$

Die Ursache der Abweichung von Zepharovich's Ergebnissen führt der Verf. auf die nicht beschränkte Auswahl von Krystallen, welche eine gleich genaue Messung aller homologen Kanten zulassen, zurück. Unter den von Zepharovich angeführten Krystallen befindet sich keiner, an welchen alle vier Polkanten der Pyramide und zugleich die vier Winkel der Pyramidenflächen zur Basis gemessen wären, vielmehr zeigen viele Krystalle Zepharovich's grosse Unregelmässigkeiten und bedeutende Abweichungen zwischen Messung und Rechnung. Die rascher und leichter zum Ziele führende Methode des Verf. bewährte sich auch bei einem anderen Krystalle, welcher eine genaue Messung der Winkel von Deuteropyramide zu Basis und Deuteroprisma gestattete.

	Gemessen im Mittel:	Berechnet nach Strüver's a:c
(101):(001) =	28° 14′ 0″	28° 15′ 59″
(101):(100) =	61 44 37,5	61 44 1

Berechnet nach Zepharovich:	Gemessen von Zepharovich:
28° 15′ 36″	28° 9′ 15″
61 44 24	61 47 26

Schliesslich ist bemerkenswerth, dass unter den vorliegenden Krystallen das Bestreben der prismatischen Formen, nach dem freien Ende hin pyramidal zu werden, nicht besteht. Dies folgt aus den Messungen beider Autoren. Eine Vergleichung der Winkel von {110} und {100} zu {001} ergab, dass dieselben theils gleich, theils grösser, theils kleiner als 90° sind, dass also sowohl Verdickung als Verjüngung der Krystalle nach den Polen hin eintreten kann. Ebenso ist die von Sansoni für den Baryt von Vernasca dargestellte Verjüngung der Krystallenden (diese Zeitschr. **11**, 355) zum mindesten zweifelhaft, da nur drei der von Sansoni untersuchten Krystalle nur je eine Zone zeigen, deren Winkelsumme kleiner als 90° ist, also dieser Hypothese entsprechen würde. Auch die von Sansoni zur Bestätigung seiner Ergebnisse citirten Messungen Sjögren's am Allaktit (diese Zeitschr. **10**, 116) sind in Folge Untauglichkeit des Materials noch weniger beweisend.

Ref.: A. Cathrein.

20. E. Scacchi (in Neapel): **Beiträge zur Mineralogie des Vesuvs** (R. Accademia di Napoli 1888, **12**, Dec.). 1. Phakellit, ein neues Mineral.

Unter den Sommamineralien des Museums der Universität Neapel befindet sich eine noch nicht beschriebene Substanz, welche nach der Verwachsung durchsichtiger, farbloser, glasglänzender, basisch spaltbarer Nadeln zu weisslichen, seidenglänzenden Bündeln (φάκελλος) benannt wurde. Diese halbdurchsichtigen Faserbündel zeigen fast ebene, fettglänzende Querbrüche. Mitunter sind sie gekrümmt oder strahlig. Mit diesen kommt eine andere Varietät, von weisser Farbe und von baumwollähnlichen Fäden gebildet, vor. Dieses seltene Sommamineral liegt in einem aus Augit mit mehr oder weniger Glimmer bestehenden Gestein, seltener in grauem körnigen Calcit mit vereinzelten Körnchen von Pyroxen oder Glimmer. Ausser der Basis waren keine Endflächen wahrzunehmen, die Säulenflächen bilden immer Winkel von 60°. Die optische Einaxigkeit mit schwacher negativer Doppelbrechung der Spaltungsstücke verweist nun auf das hexagonale System.

Härte beinahe die des Orthoklases. Specifisches Gewicht 2,49. Das Pulver gelatinirt mit Salzsäure und zeigt keinen merklichen Glühverlust. Nachdem qualitativ SiO_2, Al_2O_3, K_2O und wenig Na_2O sowie verunreinigende Spuren von Fe_2O_3 und CaO nachgewiesen waren, wurden zur quantitativen Analyse 0,273 g feinsten Pulvers mit Salzsäure aufgeschlossen, bei ca. 100° zur vollkommenen Trockniss eingedampft und dann mit Salzsäure wieder aufgenommen zur Abscheidung der Kieselsäure. In dem sauren Filtrate wurde mit Ammoniak die Thonerde gefällt, das Filtrat eingedampft und bei beginnender Rothgluth der Salmiak vertrieben. Aus dem Gewichte der rückständigen Chloralkalien und dem mittelst Silbernitrat ermittelten Chlorgehalte berechnete der Verf. die Alkalien.

	Gefunden:		Berechnet nach der Formel	
	I.	II.	$K_2Al_2Si_2O_8$:	
SiO_2	37,73	38,66 **)	SiO_2	37,97
Al_2O_3	33,33 *)	—	Al_2O_3	32,28
K_2O	29,30	29,47	K_2O	29,75
Na_2O	0,37			100,00
	100,37			

Bemerkenswerth ist die Analogie des Phakellits mit dem Nephelin auf Grund gleichen Krystallsystems, optischen Verhaltens und ähnlicher Zusammensetzung bei Vertretung von K und Na, doch zeigt der eigentliche Nephelin keine deutlichen Spaltungsrichtungen, während Davyn und Cancrinit nach den Flächen des hexagonalen Prismas spalten.

2. Thermonatrit aus der Lava von 1859.

Neulich erhielt das Museum zahlreiche weisse, opake, cavernöse und blasige Incrustationen aus dem Fosso grande, deren Vorkommen der Verf. am Fundorte bestätigte. Die Substanz braust lebhaft mit Säuren. Ihre salpetersaure Lösung giebt mit Platinchlorid keine merkliche Reaction auf Kalium und reagirt auch nicht ammoniakalisch. In einer anderen Probe wurde die Kohlensäure aus dem gefällten Kalkcarbonat berechnet. Abgesehen von geringen Mengen Schwefelsäure und Chlor fanden sich in der durch Lavakörnchen verunreinigten Probe ca. 29% Wasser.

	Gefunden ***):	Berechnet für ($Na_2CO_3 + H_2O$):
CO_2	35,44 †)	35,48
Na_2O	—	50,00
H_2O	—	14,52
		100,00

Der Thermonatrit wäre für den Vesuv neu.

3. Natron aus dem Inneren derselben Lava.

Krystallinische, farblose, durchsichtige Körnchen, verbunden mit anscheinend rhombischen Säulchen. Dazu kommen auch aus ebensolchen Körnchen zusammengesetzte, durchscheinende, 1—2 mm dicke Krusten. Diese Substanzen trüben sich nach einiger Zeit in freier Luft. Auf Grund der vollkommenen Löslichkeit in Wasser, der stark alkalischen Reaction und Aufbrausens mit Säuren hat man es mit einem Alkalicarbonat zu thun. Ammoniak konnte nicht gefunden werden. In der salpetersauren Lösung gab Chlorbaryum eine leichte, Silbernitrat eine etwas stärkere Trübung. Die Alkalienbestimmung an reinen durchsichtigen Körnchen geschah indirect wie oben und wurde wie die des Wassergehaltes bei Rothgluht öfter wiederholt. Die Kohlensäure wurde aus den entsprechenden Alkalimengen berechnet.

---

*) Hier liegt ein Rechenfehler des Verfs. vor, der 33,09 schreibt, während er das Gewicht der gefundenen Al_2O_3 wiederholt = 0,091 g angiebt.

**) Nicht 37,92, nachdem in 0,269 g Mineral 0,104 g SiO_2 gefunden wurden.

***) Man vermisst eine Natron- und genauere Wasserbestimmung, welche nach chemischer Trennung der Lavakörnchen vermöge ihrer Unlöslichkeit in Wasser wohl gelungen wäre.

†) Nicht wie im Original 35,43, da in 0,421 g reiner Substanz 0,339 g Kalkcarbonat, bezw. 0,1492 g Kohlensäure gefunden wurden.

Gefunden:		Berechnet für $(Na_2CO_3 + 10H_2O)$:
CO_2	15,91	15,38
Na_2O	22,15*)	21,68
K_2O	0,41	
H_2O	61,68**)	62,94
	100,15	100,00

Der Wassergehalt war bei den anderen Bestimmungen 62,07***), 62,74, 63,04†), 63,33, also um so übereinstimmender mit der Formel.

Die Entstehung kann nicht durch Sublimation, sondern nur durch Wirkung von Kohlensäure, welche die Lava zersetzt und ihr das Natron entnommen hat, erklärt werden.

4. Verändeter Comptonit aus den Sommaconglomeraten.

Die Zugehörigkeit vorliegender Zeolithe zu einer der am Somma anfgefundenen Arten Comptonit, Phillipsit, Analcim, Skolezit ist wegen der meistens undeutlichen Krystallformen nicht bestimmbar. Die Conglomerate sind dreierlei: entweder erdig mit harten, gewöhnlich gerundeten Bruchstücken und sehr seltenen Krystallen von Augit und Glimmer, oder mit vielen eckigen Bruchstücken und häufig grösseren Augiten, oder aber sie zeigen eine innige Verschmelzung von Grundmasse und Bruchstücken mit zahlreichen Glimmerlamellen und vereinzelten Augitkrystallen, zudem körnige Calcitstücke. In den Conglomeraten der ersten Art begleiten spitze Calcitrhomboëderchen die Zeolithe, an denen sich selten Comptonit-ähnliche Kryställchen mit entsprechendem Prismenwinkel von 89°26′ wahrnehmen liessen. Beachtenswerth ist ein kleiner Gehalt von Kalkcarbonat dieses Zeolithes, welcher sich durch Aufbrausen mit Säuren verräth. Bei der quantitativen Analyse wurden 0,446 g reiner Substanz zur Ermittelung des Wassergehaltes bis zur Rothgluht erhitzt, hierauf die Kohlensäure in gebräuchlicher Weise direct bestimmt und 0,442 g Probe mit Salzsäure zersetzt, um Kieselsäure, Thonerde und Kalk als Oxalat zu fällen. Das Natron ergab sich nach Abrauchen des Salmiaks aus dem übrigbleibenden Chlornatrium.

	Gefunden:
SiO_2	41,18
Al_2O_3	12,22††)
CaO	38,01†††)
Na_2O	2,04
H_2O	1,79
CO_2	4,71
	99,95

Aus den Conglomeraten der zweiten Art liessen sich keine Zeolithe rein darstellen. In den Conglomeraten der dritten Art erfüllt der Comptonit in strahligen

*) Nicht 22,14, nachdem 0,11848 g Na_2O in 0,535 g Substanz gefunden wurden.

**) Im Original steht versehentlich einmal 61,66, dann richtig 61,68, entsprechend 0,330 g Glühverlust bei 0,535 g Substanz.

***) Nicht wie im Original 62,06, da Glühverlust 0,144 g bei 0,232 g Probe.

†) Der Verf. berechnet irrthümlich 62,76 für 0,452 g Glühverlust bei 0,717 g Substanz.

††) Der Verf. rechnet unrichtig aus 0,054 g Al_2O_3 in 0,442 g Mineral 13,35 % Al_2O_3.

†††) Nicht wie im Original steht 38,03, da für 0,442 g Probe 0,168 g CaO sich ergaben.

Aggregaten die Höhlungen des Gesteins, auf deren Wänden manchmal auch grössere, unzweifelhafte Krystallformen von Comptonit sich erheben. Mit Salzsäure erfolgt nur schwaches Aufbrausen. Die Methode der Analyse ist wie oben.

	Gefunden:
SiO_2	39,17
Al_2O_3	35,99
CaO	14,65*)
Na_2O	2,87**)
H_2O	5,77
	98,45

Der Verlust rührt von dem Mangel einer Kohlensäurebestimmung her.

Die Veränderung dieser Zeolithe und Abweichung von der chemischen Zusammensetzung des Comptonits liegt wesentlich in einem Verluste von Wasser und Aufnahme von Kalkcarbonat, sowie auch in der Aenderung des Verhältnisses von Kieselsäure und Thonerde.

Ref.: A. Cathrein.

21. F. Sansoni (in Pavia): **Krystallographische Untersuchung organischer Verbindungen** (Atti della Società Italiana di scienze naturali, Milano 1887, 30). Sämmtliche Substanzen wurden dargestellt von G. Körner.

1. Orthojodacetanilid, $C_6H_4J.NHC_2H_3O$.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a:b:c = 0,67028:1:0,75143\text{***)}.$$

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
$b\{010\}$	$(110):(010) =$	*56° 10′	—
$m\{110\}$	$(101):(\bar{1}01) =$	*96 32	—
$d\{101\}$	$(101):(110) =$	51 44	51° 41½′
$f\{012\}$	$(101):(010) =$	89 58	90 0
(s. Fig. 1).	$(012):)010) =$	69 23	69 24½
	$(012):(110) =$	78 33	78 42½
	$(012):(101) =$	51 24	51 27

Krystalle glashell, säulig, nach $\{010\}$ parallel verwachsen. Bilder einfach. Bruch muschelig.

Auslöschung auf (010) gerade. Optische Axenebene $\{010\}$.

2. Parajodacetanilid, $C_6H_4J.NHC_2H_3O$.

Krystallsystem: Monoklin.

$$a:b:c = 1,5954\dagger):1:0,7415;\ \beta = 62^\circ 47'.$$

*) Im Original ist ein Rechnungsfehler: 14,84, was 0,082 g $CaCO_3$ bezw. 0,046 g CaO in 0,314 g Substanz nicht entspricht.

**) Nicht wie der Verf. setzt 2,85, denn 0,009 g Na_2O fanden sich in 0,314 g der Probe.

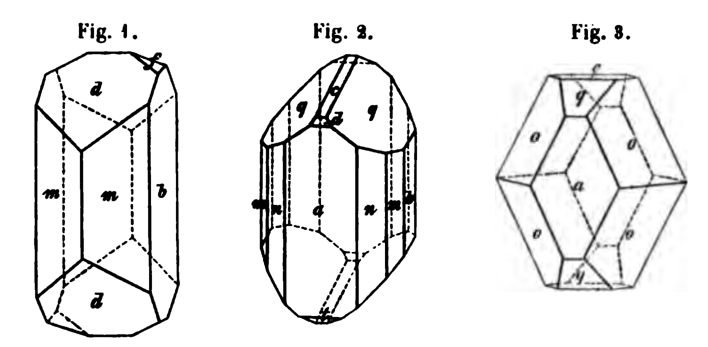
***) Im Original heisst es 0,75140, was vom Verf. in dem mir vorliegenden Sonderabzuge berichtigt wurde.

†) Im Original 1,5953 (vom Verf. corrigirt).

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
$c\{001\}$	$(011):(0\bar{1}1)$ =	*66° 48′	—
$a\{100\}$	$(100):(011)$ =	*67 33	—
$b\{010\}$	$(210):(100)$ =	*35 21	—
$m\{110\}$	$(001):(100)$ =	62 51	62° 47′
$n\{210\}$	$(110):(001)$ =	74 6	74 43 *)
$d\{201\}$	$(210):(001)$ =	68 10	68 6
$t\{\bar{2}01\}$	$(210):(110)$ =	19 20	19 28 **)
$q\{011\}$	$(201):(100)$ =	32 44	32 40
(s. Fig. 2).	$(201):(210)$ =	46 43	46 38
	$(\bar{2}01):(001)$ =	55 15	55 11
	$(\bar{2}01):(011)$ =	61 39	61 32
	$(011):(110)$ =	48 3½	47 56
	$(011):(210)$ =	51 2	50 57

Krystalle säulig, klar, blass weingelb gestreift nach der c-Axe. Endflächen leicht wellig. $\{\bar{2}01\}$ fehlt häufig.

Spaltbarkeit vollkommen nach $\{201\}$, Bruch muschelig.



Optische Axenebene $\{010\}$. Auslöschungsschiefe auf (010) 56° gegen die c-Axe im spitzen Winkel β ***). Erste Mittellinie fast normal auf (201).

3. Orthoacetanisid, $C_6H_4.OCH_3.NHC_2H_3O$.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 1,0640 \dagger) : 1 : 2,0577 \dagger\dagger).$$

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
$c\{001\}$	$(111):(001)$ =	*70° 30′	—
$a\{100\}$ †††)	$(111):(\bar{1}11)$ =	*80 25	—
$q\{102\}$ §)	$(102):(001)$ =	43 30	44° 2′
$o\{111\}$	$(102):(111)$ =	46 12	46 28
(s. Fig. 3).			

*) Nicht wie der Verf. setzt 74° 45′. **) Nicht 19° 32′, wie der Verf. rechnet.

***) Nachträglicher Zusatz des Verf.

†) Nicht 1,0643 wie im Original (vom Verf. verbessert).

††) Im Original dafür 2,0579 (vom Verf. berichtigt).

†††) Im Original wird diese Form aus Versehen Orthopinakoid bezeichnet.

§) Das vom Verf. angewendete Zeichen Makrodoma trifft nicht zu, da b hier Brachydiagonale ist.

Krystalle gross, glasig, weisslich, matt, oft zerfressen, Bilder mitunter etwas breit.

Spaltbarkeit vollkommen nach {001}, schwach nach {100}.

Optisches Axenbild sowohl auf (001) als (100) sichtbar, die spitze Bisectrix scheint senkrecht auf (001) zu sein.

4. Paraacetanisid, $C_6H_4.OCH_3.NHC_2H_3O$.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 1,34896 : 1 : 0,83043$ *).

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
c{001}	(100):(110) =	*53° 27′	—
a{100}	(110):(111) =	*44 3	—
m{110}	(111):(100) =	64 39	64° 39½′
o{111}	(122).(001) =	41 23	41 32
x{122} **)	(122):(110) =	50 26	50 27½
(s. Fig. 4).	(122):(111) =	11 39	12 1
	(122):(1̄22) =	26 34	26 39

Fig. 4.

Krystalle klein, weisslich, glasig, perlmutterglänzend, gewöhnlich tafelig nach {100}, dessen Flächen wellig oder nach der c-Axe gestreift sind. Die übrigen Flächen eben mit einfachen Bildern. {122} nur an grösseren Individuen beobachtet.

Spaltbarkeit parallel {001}.

Gerade Auslöschung. Optische Axenebene {010}, spitze Bisectrix senkrecht auf {001}.

5. Metanitroacetanilid, $C_6H_4.NO_2.NHC_2H_3O$***).

Krystallsystem: Monoklin.

$a : b : c = 0,72777 : 1 : 1,9772;\ \beta = 81^0 47'$.

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
{001}	(001):(111) =	*67° 21′	—
{111}	(001):(1̄11) =	*79 34	—
{1̄11}	(111):(1̄11) =	*102 4	—
	(111):(11̄1) =	66 10	65° 47′
	(1̄11):(1̄1̄1) =	71 0	70 43

Kleine, durchsichtige, mitunter milchige Pyramiden mit Abstumpfung der Spitzen, gestreift nach den Basiskanten.

Spaltbarkeit vollkommen nach {001}.

Durch die Basis sehr deutliches Axenbild sichtbar, die Axenebene normal zu {010}, Axenwinkel ca. 80° für weisses Licht†), erste Bisectrix fast senkrecht auf {001}.

---

*) Statt 0,83038 des Originals (vom Verf. berichtigt).

**) Der Verf. nennt {122} eine Brachypyramide, allein die a-Axe ist die Makroaxe.

***) Im Original heisst das letzte Glied versehentlich C_2H_2O.

†) Im Separatabzuge vom Verf. ergänzt.

6. Nitroorthojodanilin, $C_6H_3.J.NO_2.NH_2$.

Krystallsystem: Monoklin.

$a : b : c = 0,6041 : 1 : 0,6520; \beta = 67^0 58'$.

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
c{001}	(110):(1$\bar{1}$0) =	*58° 30′	—
m{110}	(110):(011) =	*57 48	—
q{011}	(011):(0$\bar{1}$1) =	*62 18	—
s{021}	(001):(110) =	70 37	70° 53½′ *)
d{$\bar{2}$01}	(021):(011) =	18 43	19 15
p{$\bar{2}$21}	(0$\bar{1}$1):(110) =	88 8	88 26 **)
(s. Fig. 5).	($\bar{2}$01):(001) =	85 0	84 34
	($\bar{2}$21):(001) =	85 39	85 21
	($\bar{2}$21):($\bar{1}$10) =	24 5	23 45½ ***)

Fig. 5.

Kryställchen durchsichtig, röthlichgelb, prismatisch. Die sehr gerundeten Prismenflächen waren nicht genau tautozonal. {001} und {021} gut ausgebildet. An aus Chloroformlösung entstandenen Krystallen fanden sich stets {110}, {011}, {021} †), während an aus ätherischer Lösung erhaltenen ausserdem {001}, {$\bar{2}$01}, {$\bar{2}$21} erschienen, wogegen {021} fehlte. Für {$\bar{2}$21} wurde die Zone [001 : 110] bestimmt und die gerade Abstumpfung der Kante ($\bar{2}$21):($\bar{2}\bar{2}$1) durch ($\bar{2}$01).

Bruch muschelig.

Auslöschungsschiefe auf (1$\bar{1}$0) 26° gegen die Kante (1$\bar{1}$0):(110) im Winkel der Tracen von (110) und (2$\bar{2}\bar{1}$)††).

7. Nitrometabijodbenzol, $C_6H_3.J_2.NO_2$.

Krystallsystem: Monoklin.

$a : b : c = 0,5613$ †††) $: 1 : ?; \beta = 53^0 48'$.

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
{001}	(001):(100) =	*53° 48′	—
{100}	(100):(110) =	*24 22	—
{110}	(110):(001) =	57 43	57° 27′ §)
{$\bar{1}$01}?	($\bar{1}$01):(001) =	71 35	—

Krystalle tafelig nach (100), citringelb, sehr durchsichtig. ($\bar{1}$01) nur einmal beobachtet, sehr schmal, unbestimmt, daher nicht geeignet zur Ermittelung der c-Axe.

Spaltbarkeit vollkommen nach {001}.

*) Nicht wie der Verf. setzt 70° 54′.
**) Nicht 88° 21′ wie im Original (vom Verf. corrigirt).
***) Nicht wie der Verf. rechnet 23° 46′.
†) Im Original steht dafür q, ebenso in der Fig. 6, während vorher $g = \{021\}$ gesetzt wird.
††) Letztere Bestimmung vom Verf. nachgetragen.
†††) Nicht 0,5614 wie im Original (vom Verf. geändert).
§) Im Original 57° 26′ (vom Verf. berichtigt).

8. Nitrodimethylpyrocatechin, $C_6H_3.NO_2.(OCH_3)_2$.

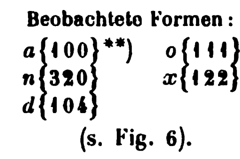
Krystallsystem: Rhombisch.

$a:b:c = 1,1768:1:0,5475$*).

Beobachtete Formen:

$a\{100\}$**) $o\{111\}$
$n\{320\}$ $x\{122\}$
$d\{104\}$
(s. Fig. 6).

Fig. 6.



Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
$(100):(111)$ =	*67° 48'	—
$(111):(1\bar{1}1)$ =	*52 48	—
$(320):(100)$ =	38 56	38° 7'
$(320):(111)$ =	54 58	55 8
$(104):(\bar{1}04)$ =	14 18	13 16
$(104):(111)$ =	31 9	31 45
$(111):(\bar{1}04)$ =	40 42	40 16***)
$(122):(111)$ =	11 0	10 40†)

Krystalle grünlichgelblich, säulig nach der c-Axe mit vorherrschendem $\{320\}$. Durch ungleichmässige Endflächenentwickelung entsteht monokliner Habitus. Spaltbarkeit vollkommen nach $\{100\}$.

9. Orthobijodnitrobenzol, $C_6H_3.J_2.NO_2$.

Krystallsystem: Monoklin.

$a:b:c = 0,9401:1:0,0986$; $\beta = 84°51'$††).

Beobachtete Formen:

$\{110\}$
$\{011\}$
$\{\bar{2}8.4.3\}$

Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
$(110):(1\bar{1}0)$ =	*86° 14'	—
$(011):(110)$ =	*82 25	—
$(011):(0\bar{1}1)$ =	*11 13	—
$(0\bar{1}1):(110)$ =	90 1	90° 6'†††)
$(2\bar{8}.4.3):(\bar{1}10)$ =	57 20	56 36 §)
$(\bar{2}\bar{8}.\bar{4}.3):(\bar{1}10)$ =	65 48	65 21 §§)
$(\bar{2}\bar{8}.4.3):(011)$ =	46 51	46 40 §§§)
$(\bar{2}8.\bar{4}.3):(011)$ =	48 17	48 9 *†)
$(\bar{2}\bar{8}.4.3):(\bar{2}8.\bar{4}.3)$ =	10 30	11 12 **†)

Krystalle grünlichgelb mit weisslicher, trüber Kernzone, nadelförmig nach $\{110\}$, dessen Flächen vielfache Bilder geben, die Endformen sind gut, aber nicht immer entwickelt.

---

*) Im Original 0,5474 (vom Verf. corrigirt).

**) Die Naumann'schen Zeichen $\infty\bar{P}\infty$, $\frac{1}{4}\bar{P}\infty$, $\breve{P}2$ entsprechen nicht dem vom Verf. gewählten Verhältnisse $a > b$. $\{320\}$ heisst versehentlich einfach $\infty P\frac{3}{2}$.

***) Nicht 40° 19' (vom Verf. geändert).

†) Im Original unrichtig 11° 32' (vom Verf. verbessert).

††) Nicht wie im Original 84° 48½' (vom Verf. berichtigt).

†††) Nicht 90° 3' (vom Verf. corrigirt).

§) Nicht 56° 46' (vom Verf. richtig gestellt).

§§) Im Original 65° 12' (vom Verf. verbessert).

§§§) Im Original 46° 42' (vom Verf. berichtigt).

*†) Nicht 48° 8' (vom Verf. berichtigt).

**†) Nicht 10° 48' (vom Verf. berichtigt).

Spaltbarkeit unvollkommen nach $\{011\}$. Bruch splitterig.

Auslöschungsschiefe auf (110) 18° gegen die Kante $(110):(\bar{1}10)$ im Winkel der Tracen von $(\bar{1}10)$ und $(28.4.\bar{3})$*).

10. Methyläther der Dimethylisogallussäure,

$C_6H_2.CO_2CH_3.(O.CH_3)_2.OH.$

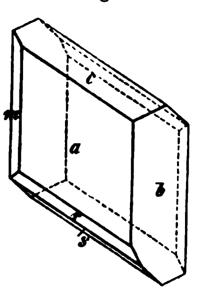
Krystallsystem: Triklin.

$a:b:c = 1,410 : 1 : 0,9801;\ \alpha = 116^0 59',\ \beta = 91^0 33'$**), $\gamma = 103^0 32'$.

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
$c\{001\}$	$(001):(100)$	= *81° 9'	—
$a\{100\}$	$(100):(010)$	= *73 57	—
$b\{010\}$	$(010):(001)$	= *61 45	—
$m\{\bar{1}10\}$***)	$(\bar{1}10):(010)$	= *36 22	—
$r\{\bar{1}01\}$	$(\bar{1}01):(001)$	= *34 55	—
$s\{\bar{1}02\}$	$(\bar{1}10):(001)$	= 68 28	68°28'
$\{\bar{1}\bar{1}2\}$	$(\bar{1}01):(010)$	= 74 22	74 20
(s. Fig. 7).	$(\bar{1}01):(\bar{1}10)$	= 57 44	57 40
	$(\bar{1}02):(010)$	= 67 12	67 23
	$(\bar{1}02):(\bar{1}10)$	= 61 34	61 32 †)
	$(\bar{1}02):(001)$	= 18 19	18 19
	$(\bar{1}\bar{1}2):(\bar{1}01)$	= 28 52	27 54½ ††)
	$(\bar{1}\bar{1}2):(\bar{1}02)$	= 29 55	29 56 †††)

Krystalle glashell glänzend, gewöhnlich tafelig nach $\{100\}$, einige kleinere prismatisch nach $\{100\}$ und $\{010\}$. Seltener ist $\{\bar{1}\bar{1}2\}$, welche bestimmt ist durch die Zonen $[010:\bar{1}02]$, $[\bar{1}10:\bar{1}01]$.


Fig. 7.



Spaltbarkeit vollkommen nach $\{100\}$.

Doppelbrechung stark. Auslöschungsschiefe auf (100) ca. 8° gegen die Kante $(100):(010)$ im Winkel der Tracen von (010) und $(10\bar{1})$ §). Im convergenten Lichte sieht man auf (100) den Austritt einer optischen Axe.

11. Nitromethylpyrogallol,

$C_6H_4.NO_2.(OH)_2.OCH_3.$

Krystallsystem: Monoklin.

$a:b:c = 0,7463$ §§) $: 1 : 0,5066;\ \beta = 81^0 3'$ §§§).

---

*) Letztere Angabe vom Verf. im Sonderabzuge nachgetragen.

**) Im Original 91°32' (vom Verf. verbessert).

***) Das Naumann'sche Symbol ist nicht $\infty P'$, wie der Verf. angiebt, sondern $\infty' P$. Die anderen Naumann'schen Zeichen des Originals sind weniger zutreffend, weil $a > b$ angenommen ist.

†) Nicht wie im Original 61°31' (vom Verf. berichtigt).

††) Der Verf. rechnet unrichtig 29° 2', sehr auffallend ist die grosse Abweichung des gemessenen Winkels.

†††) Nicht 30° 1' (vom Verf. berichtigt).

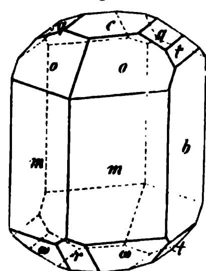
§) Nachträglicher Zusatz des Verfs. im Separatabzuge.

§§) Nicht wie im Original 0,7459 (vom Verf. berichtigt).

§§§) Nicht 81° 2' (vom Verf. berichtigt).

Beobachtete Formen:	Winkel:		Gemessen:	Berechnet:
$c\{001\}$	$(010):(110)$	=	*53° 36′	—
$b\{010\}$	$(\bar{1}10):(\bar{1}11)$	=	*54 6	—
$m\{110\}$	$(\bar{1}11):(010)$	=	*65 53	—
$r\{\bar{1}01\}$	$(\bar{1}01):(\bar{1}10)$	=	67 47	67° 52′ *)
$q\{011\}$	$(\bar{1}01):(001)$	=	36 52	36 51 **)
$t\{021\}$	$(\bar{1}01):(011)$	=	44 44	44 19 ***)
$o\{111\}$	$(011):(001)$	=	26 37	26 35
$\omega\{\bar{1}11\}$	$(011):(110)$	=	67 48	67 49½
(s. Fig. 8).	$(021):(001)$	=	45 4	45 2
	***§) $(021):(110)$	=	59 27	59 27½
	$(021):(\bar{1}10)$	=	70 46	70 39 †)
	$(021):(\bar{1}01)$	=	55 44	55 34 ††)
	$(021):(011)$	=	18 22	18 26 †††)
	$(111):(010)$	=	68 47	68 50
	$(111):(001)$	=	37 8	37 7 §)
	$(111):(110)$	=	45 38	45 41 §§)
	$(111):(011)$	=	29 3	29 0 §§§)
	$(111):(1\bar{1}1)$	=	42 17	42 19 *†)
	$(\bar{1}11):(001)$	=	43 10	43 5 **†)
	†§) $(\bar{1}11):(011)$	=	33 19	33 17 ***†)
	$(\bar{1}11):(021)$ ††§)	=	36 25	36 22 *§)
	$(\bar{1}\bar{1}1):(\bar{1}10)$	=	84 14	84 11 **§)

Fig. 8.



Krystalle tafelig nach $\{001\}$, oder prismatisch, grünlichgelb, durchsichtig. $\{\bar{1}01\}$ selten.

Spaltbarkeit vollkommen nach $\{001\}$.

Optische Axenebene $\{010\}$, erste Mittellinie wenig abweichend von der Normalen zu $\{001\}$. Dispersion geneigt, kräftig. Axenwinkel in weissem Lichte †††§) ca. 68°.

Eine Vergleichung der unter 1. bis 5. beschriebenen Verbindungen mit dem schon bekannten Acetanilid (diese Zeitschr. **1**, 304) und Parabromacetanilid (Accad. d. Lincei, Memorie, Ser. 3, **8**, 292 und Mügge, diese Zeitschr. **4**, 335) in chemischer und krystallographischer Beziehung ergiebt gewisse Analogien, welche zur Bestätigung der Morphotropie dienen können. Die betreffenden Salze erscheinen als Derivate des Acetanilids $C_6H_5.NH.C_2H_3O$ durch Vertretung eines H-Atoms durch J, Br, $O.CH_3$, NO_2. Den orientirenden Ausgangspunkt zum Vergleich biete in Folge ihrer Verschiedenheit nicht die Krystallform, sondern die optische Axenebene $\{010\}$, dann die zu ihr normale Spaltungsebene $\{001\}$ oder $\{201\}$, ferner ist auch die spitze Mittellinie wenig abweichend von der Nor-

*) Nicht 67° 50½′ (vom Verf. bericht.).
**) Nicht 36° 53′ (v. Verf. ber.).
***) Nicht 44° 20′ (v. Verf. ber.).
†) Nicht 70° 42′ (v. Verf. ber.).
††) Nicht 55° 35′ (v. Verf. ber.).
†††) Nicht 18° 27′ (v. Verf. ber.).
§) Nicht 37° 9′ (v. Verf. ber.).
§§) Nicht 45° 39′ (v. Verf. ber.).
§§§) Nicht 28° 54′ (v. Verf. ber.).
*†) Nicht 42° 20½′ (v. Verf. bericht.).
**†) Nicht 43° 6½′ (v. Verf. ber.).
***†) Nicht 33° 18½′ (v. Verf. ber.).
*§) Nicht 36° 23′ (v. Verf. ber.).
**§) Nicht 84° 9′ (v. Verf. ber.).
***§) Der Verf. setzt versehentlich (011).
†§) Der Verf. setzt versehentlich $(\bar{1}01)$.
††§) Im Original steht versehentl. (012).
†††§) Schriftlicher Zusatz des Verfs.

malen zur Spaltungsebene. Geometrisch sind das rhombische und monokline System vertreten, wie dies so häufig sowohl bei chemisch nahe verwandten, ja isomeren organischen, als auch bei natürlichen anorganischen Verbindungen vorkommt. Auch das Acetanilid zeigt je nach der Temperatur eine stabile rhombische und eine labile monokline Modification (s. diese Zeitschr. **10**, 9). Eine morphologische vom System unabhängige Analogie tritt im vorliegenden Falle hervor, wenn man bei den Verbindungen unter 1. 2. 4. und beim Parabromacetanilid die c-Axe verdreifacht und in 2. 3. 4., sowie beim Parabromacetanilid die a-Axe halbirt; dann ergeben sich Axenverhältnisse, welche dem des Acetanilids nahekommen*). Die beiden Isomeren 1. und 2. zeigen, obgleich verschiedenen Systemen angehörig, Aehnlichkeit in den Winkeln:

Orthojodacetanilid $(110):(100) = 33^0 50'$, $(011):(001) = 66^0\ 5'$**)
Parajodacetanilid $(210):(100) = 35\ 21$, $(011):(001) = 63\ 11$

Vollständige Analogie besteht zwischen Parajodacetanilid und Parabromacetanilid, was die Ansicht bestätigt, dass bei Vertretung durch verschiedenartige, chemisch verwandte Atome grössere Uebereinstimmung herrscht als bei molekularer Verstellung eines und desselben Atoms wie z. B. bei Ortho- und Parajodacetanilid. Das Fehlen und die Abweichung der Spaltungsebene bei 1., 2. und Parabromacetanilid von jener bei 3., 4., 5. könnte auf den bekannten störenden Einfluss der H vertretenden J-, Br-Atome zurückgeführt werden. Einen nur schwach ändernden Einfluss besitzt, wie aus 3. und 4. hervorgeht, die vertretende Gruppe $O.CH_3$, während die Vertretung durch NO_2 in 5. die optische Axenebene normal zu $\{010\}$ gedreht hat. Auch in den Verbindungen 7., 8. kommt eine gewisse Analogie zum Vorschein, wenn in 8. die Axen a und c vertauscht werden.

Ref.: A. Cathrein.

22. A. Sella (in Rom): **Ueber den Sellaït und seine Begleiter** (R. Accademia dei Lincei, Ser. 4, 1888, 4, 454—469). Dieses von Strüver entdeckte Mineral (Accad. di Torino 1868) fand der Verf. in gestreckten, oft faserigen Säulen, welche mitunter verbogen und gebrochen sind, mit dazwischen gelagertem Anhydrit und Schwefel, manchmal eingewachsen in Schwefel, gewöhnlich im Anhydrit am Gletscher von Gebroulaz beim Châlet du Saut nördlich von Modane.

Beobachtete Formen:		Winkel:	Gemessen:		Berechnet:
{100}	}	(100):(101)	= 56° 35′		56° 35′
{1 0}	55 }	(110):(111)	= 46 59 46″		46 59
{320}	323}	(320):(110)	= 11 21		11 19
{2 0}	2 2}	(210):(110)	= 18 26		18 26
{101}	525}	(605):(101)	= 5	ca.	4 57
{605}	944}	(502):(100)	= 31 18		31 14
{502}	733}	(301):(100)	= 26 52		26 49
{301}	972}	(112):(110)	= 65	ca.	65 0
{112}		(558):(111)	= 12 50		12 46
{558}		(334):(111)	= 8 1		8 2
{334}		(551):(111)	= 34 59		34 53

*) Aber die Flächensymbole verlieren dann ihre Einfachheit.
**) Im Original 66° 4′ (vom Verf. berichtigt).

Winkel:	Gemessen:	Berechnet:
(323):(111)	= 8° 40′	8° 41′
(212):(111)	= 13 31	13 27
(525):(111)	= 16 30	16 25
(944):(100)	= 39 0	38 55 *)
(733):(100)	= 37 50	37 54
(972):(110)	= 16 25	16 28

Aus den beiden ersten je einmal gemessenen Winkeln ergab sich das Axenverhältniss $a : c = 1 : 0,6596$, nach welchem alle Winkel berechnet sind.

In der Säulenzone herrscht {100} vor, dazu kommt immer {110} und oft schmal {210}, selten {320}. An den Enden übertrifft {101} stets {111}, welche beide nie fehlen, dazu treten untergeordnet bald mehrere bald wenigere von den übrigen Pyramiden, zu deren Bestimmung alle Zonen nachgewiesen wurden, sowie auch bei den anderen Formen. Es finden sich parallele Verwachsungen der Säulchen bei gleicher oder verschiedener Länge. Spaltbarkeit deutlich nach {100} und {110}.

Die Bestimmung der Brechbarkeit an einem Spaltungsprima nach der Methode der kleinsten Ablenkung ergab $\varepsilon = 1,3897$ und $\omega = 1,3780$.

Specifisches Gewicht im Mittel aus drei übereinstimmenden pyknometrischen Bestimmungen bei 16° gleich 3,153. Das erwärmte Mineral zeigt beim Spalten ein blassviolettes Licht, welche Phosphorescenz durch Glühen verloren geht. Dieselbe Erscheinung ist beim künstlichen Sellaït bekannt. Zur Analyse wurden nur Kryställchen und Spaltungsformen ausgewählt. Die qualitative Untersuchung ergab Fluor und Magnesium. Zur Beseitigung der Matrix bestehend aus Anhydrit, Schwefel und Gyps wurden die Kryställchen mit Wasser und Schwefelkohlenstoff gewaschen, dann gepulvert und geglüht zur Vertreibung des eingeschlossenen Schwefels und in salzsaurem Wasser gekocht. 0,4823 g des Pulvers mit Schwefelsäure aufgeschlossen gaben einen Rückstand von 0,9271 g, welcher in Wasser vollständig in Lösung ging, sich kalkfrei erwies und mit phosphorsaurem Natron 0,8536 g Magnesiapyrophosphat lieferte entsprechend der Zusammensetzung des obigen Aufschlussrückstandes aus $MgSO_4$, woraus sich 38,37% Magnesium berechnen, während $MgFl_2$ 38, 61% Mg verlangt**).

Begleitmineralien.

1. Dolomit. In kohligem, schwarzem Dolomitgestein mit weissen Adern farblose durchsichtige Dolomittäfelchen seitlich aufgewachsen.

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet nach $R : 0R = 43° 51′ 32″$
{0001} $0R$	(10$\bar{1}$1):(0001)	= 43° 55′	43° 52′
{11$\bar{2}$0} $\infty P2$	(11$\bar{2}$0):(0001)	= 89 58	90 0
{10$\bar{1}$0} ∞R	(40$\bar{4}$1):(0001)	= 75 25	75 25
{10$\bar{1}$1} $+R$	(40$\bar{4}$1):(11$\bar{2}$0)	= 33 7	33 3
{40$\bar{4}$1} $+4R$	(16.0.$\bar{16}$.1):(0001)	= 86 18	86 17
{16.0.$\bar{16}$.1} $+16R$	(04$\bar{4}$5):(0001)	= 37 ca.	37 33

*) Nicht wie im Original 38° 54′.

**) Nach den neueren Atomgewichten, während im Original, vielleicht wegen Anwendung anderer Atomzahlen, 38,42 und 38,54 Mg stehen.

Beobachtete Formen	Winkel:	Gemessen:	Berechnet nach $R : 0R = 43°51'32''$
{04$\bar{4}$5} — $\frac{4}{5}R$	(02$\bar{2}$1):(0001)	= 62°33′	62°31′
{02$\bar{2}$1} — 2R	(08$\bar{8}$1):(0001)	= 82 33	82 35
{08$\bar{8}$1} — 8R	(44$\bar{8}$3):(0001)	= 65 39	65 45
{44$\bar{8}$3} $\frac{8}{3}P2$	(63$\bar{3}$1):(0001)	= 78 35	78 41
{63$\bar{3}$1} 6P2	(8.12.$\bar{20}$.5):(0001)	= 73 27	73 23
{8.12.$\bar{20}$.5} — $\frac{4}{5}R5$	(8.12.$\bar{20}$.5):(11$\bar{2}$0)	= 17 47	17 40
	(8.12.$\bar{20}$.5):(02$\bar{2}$1)	= 24 14	24 13

Ausser den Winkeln wurden auch die bezüglichen Zonen nachgewiesen. Das stets entwickelte $+16R$ ist diesem Vorkommen eigenthümlich, es ist wie die kleinen aber deutlichen ∞R, $\frac{8}{3}P2$ für Dolomit neu, während $-\frac{4}{5}R5$ sowohl für Dolomit als Calcit neu ist. Auch $6P2$, von Des Cloizeaux erwähnt, von Goldschmidt nicht aufgeführt, wird hiermit bestätigt. Von den Deuteropyramiden erscheinen nur die abwechselnden Flächen, ebenso ist das Skalenoëder parallelflächig-hemiëdrisch; es tritt also rhomboëdrische Tetartoëdrie auf.

Specifisches Gewicht bei 16° gleich 2,83.

0,73 g Substanz ergaben Glühverlust beziehungsweise CO_2 0,348 g, einen Kalkgehalt von 0,229 g und 0,429 g Magnesiapyrophosphat. Daraus berechnet sich das Gewichtsverhältniss von $CaCO_3 : MgCO_3 = 55,76 : 44,24$, entsprechend dem Normaldolomit $CaCO_3 + MgCO_3$.

2. Magnesit (?). Im Anhydrit fand der Verf. zwei Säulchen der Combination $\infty P2.R$ mit $-2R$, $+R3$ und $0R$.

Winkel:	Gemessen:	Berechnet nach $R : 0R = 43°4'$
(10$\bar{1}$1):(0001)	= 43°16′	43° 4′
(11$\bar{2}$0):(10$\bar{1}$1)	= 53 39	53 45
(02$\bar{2}$1):(11$\bar{2}$0)	= 40 1	40 13
(21$\bar{3}$1):(11$\bar{2}$0)	= 24 ca.	24 27

Des Verfs. Annahme von »Magnesit« gründet sich lediglich auf die Uebereinstimmung in den Winkeln, bedarf aber immerhin der Bestätigung durch chemische Analyse, in welchem Falle dann zwei für Magnesit neue Formen $-2R$, $+R3$ gefunden wären.

3. Albit, schon von Strüver erwähnt, ist ziemlich selten, sehr zersetzt. Einige durchsichtige, glänzende Zwillinge tafelig nach der Zwillingsebene {010}.

Beobachtete Formen:	Winkel:	Gemessen:	Berechnet nach $a : b : c = 0,6338 : 1 : 0,5575$ $\alpha = 94°4', \beta = 116°28', \gamma = 88°8'$
{001}	(001):(010)	= 86°28′	86°23′
{010}	(110):(010)	= 60 19	60 26
{110}	(1$\bar{1}$0):(0$\bar{1}$0)	= 60 0	60 20
{1$\bar{1}$0}	(120):(010)	= 40 0	41 22
{120}	(130):(010)	= 30 32	30 24
{130}	(1$\bar{3}$0):(0$\bar{1}$0)	= 30 6	30 23
{1$\bar{3}$0}	(150):(010)	= 18 40	19 24
{150}	($\bar{1}$01):(010)	= 86 0	86 19
{$\bar{1}$01}	($\bar{1}$11):(010)	= 60 7	60 26
{$\bar{1}$11}	(11$\bar{1}$):(010)	= 66 27	66 20
{11$\bar{1}$}			

4. Fluorit. Fand sich öfter in der Anhydritbank. Farbe bläulich oder weiss; in der Nähe des Sellaïts fand Verf. schöne lichtviolette Würfel von 7 bis 8 mm Seite mit den Oktaëderflächen in blätterigem Gyps.

5. Schwefel. Häufig, allein fast nie deutlich krystallisirt, durch das Gestein gleichmässig fein vertheilt oder Geoden erfüllend.

6. Quarz. Ziemlich häufig, vor Allem in den unteren Theilen des Anhydrits; schliesst Schwefel ein, in dem auch Quarz vorkommt. Kryställchen der gewöhnlichen Combination Prisma mit Pyramide, selten bis 1 cm lang.

7. Cölestin. Der Verf. entdeckte von diesem neuen Begleitmineral einige durchsichtige Kryställchen, theils in Anhydrit, theils in Schwefel liegend, und bestätigte deren Natur qualitativ analytisch und geometrisch. Ein schöner Krystall (15 : 3 : 4 mm) zeigt nach der Reihenfolge der Entwickelung die Combination: {011}.{110}.{001}.{102}.{111}.{122}.{100}.{104}, wobei {001} und {110} die Spaltungsrichtungen geben. Die nach der a-Axe gestreckten Säulchen sind verbogen, gebrochen und durch die Matrix wieder verbunden.

8. Anhydrit. Das Muttergestein des Sellaïts besteht aus Anhydrit, vermengt mit schwarzem, seltener weissem, rhomboëdrisch spaltendem Dolomit und etwas Schwefel. Oberflächlich ist der Anhydrit, was auch mikroskopisch bemerkbar war, in Gyps verwandelt, dessen Gegenwart durch Ermittelung eines entsprechenden Wassergehaltes von 20,97% bestätigt wurde. Das Anhydritgestein ist mitunter feinkörnig und zerfällt in kleine rechtwinklige Parallelepipede, welche durch Wasseraufnahme matt werden und deutliche Pseudomorphosen darstellen.

Hypothese über die Bildung des Sellaïts. Der Anhydrit stammt wahrscheinlich von Magnesia führenden Kalken, welche durch Schwefelwasser theilweise in Sulfate verwandelt wurden. Die Vergesellschaftung von Sellaït mit Fluorit lässt eine gemeinsame Entstehung auf wässerigem Wege vermuthen. Schwer verständlich ist die Seltenheit des Fluormagnesiums gegenüber dem so häufigen Fluorcalcium; ebenso verhält es sich aber mit den entsprechenden Phosphaten, indem der Apatit so häufig, der Wagnerit so selten erscheint. Aus denselben Wassern sind gleichzeitig die Begleitmineralien und namentlich der Schwefel abgesetzt.

Künstliche Darstellung von Sellaït. Der Verf. erhielt bei den mit Cossa unternommenen Versuchen zur Krystallisation seltener Fluormetalle unabsichtlich Sellaït durch Einwirkung von Fluorwasserstoff auf Magnesiumoxyd bei Weissgluht. Der Versuch, auf wässerigem Wege durch Diffusion einer Lösung von Fluoralkali mit einer solchen von Chlormagnesium Sellaït darzustellen, misslang, indem nur amorphes Fluormagnesium entstand, während beim Einsetzen einer Lösung von Chlorbaryum sich krystallisirtes Fluorbaryum bildete. Ebenso wandelte sich amorphes Fluorbaryum in der Weissgluth in krystallinisches um vom specifischen Gewichte 4,54 bei 16°.

Schliesslich berichtigt der Verf. mehrere Irrthümer über den Sellaït. In Dana's Anhang zum System der Mineralogie (London 1875) ist die Fundortsangabe unrichtig. In Naumann-Zirkel's Mineralogie (12. Aufl. 1885) werden dem natürlichen Sellaït Zwillingsbildungen zugeschrieben, welche nur am künstlichen gefunden worden sind. Umgekehrt schreiben Bourgeois (Reproduction artificielle des minéraux, in Encyclopédie chimique von Frémy) und M. Lévy (Synthèse des minéraux) sämmtliche Krystallformen des natürlichen Sellaïts dem künstlichen zu.

Ref.: A. Cathrein.

IX. Die optischen Constanten des prismatischen Schwefels bei verschiedenen Temperaturen.

Von

Alb. Schrauf in Wien.

Anschliessend an meine Untersuchung über die thermischen Constanten des Schwefels*) veröffentliche ich im Nachfolgenden jene Beobachtungen, welche sich auf das optische Verhalten des prismatischen Schwefels bei verschiedenen Temperaturen beziehen.

Es erschien seit Langem dem Autor als eine nothwendige Arbeit, bei einem axial chemisch-gleichen Krystalle — also bei einem Grundstoffe in dem Sinne der jetzigen Forschung — jene Veränderungen zu studiren, die dem Zusammenwirken der morphologischen, thermischen und optischen Kräfte ihr Dasein verdanken. Diese Untersuchung war aber erst dann möglich zu beginnen, nachdem vor Allem die Beziehung der Form zur Temperatur sichergestellt war.

Die vorliegenden Beobachtungen wurden 1887 und 1888 durchgeführt, während hingegen das ganze Jahr 1889 den ermüdenden Rechnungen geopfert werden musste. Doch hofft der Autor, dass die angewandte Mühe nicht fruchtlos sei, indem sich »wenigstens für unseren Grundstoff« einige einfache Relationen ergaben:

1) Die thermischen Veränderungen der Brechungsexponenten n_i sind in erster Annäherung den Werthen $(n_i^2 - n_i)$ proportional.

2) Für n_i gilt das Gesetz des Refractions- und Dispersionsvermögens.

3) Zwischen der optisch-axialen Dichte und den axialen Krystalldimensionen besteht eine Exponential-Relation, die durch den Exponenten $\frac{3}{7}$ ausdrückbar ist.

Für die Bezeichnung der Krystall- und Elasticitätsaxen, der Brechungs-

---

*) Diese Zeitschr. 1887, **12**, 321. Diese erste Abhandlung wird der Kürze wegen in den Citaten als Theil I bezeichnet werden.

exponenten und Ausdehnungscoëfficienten ist das in Theil I gegebene Schema auch hier gültig:

	a	b	c +
a_i	0,42	0,52	1
n_i	1,96	2,04	2,25
l_i	0,00007	0,00008	0,00002

Nur die eine Veränderung musste Platz greifen, dass der variable Brechungsexponent statt mit μ_i, wie es im Theile I geschah, jetzt mit n_i bezeichnet wird, weil die griechischen Lettern zur Bezeichnung bestimmt orientirter Brechungsexponenten verwendet wurden. Im Uebrigen ist wie früher $\mathfrak{a} > \mathfrak{b} > \mathfrak{c}$, $\alpha > \beta > \gamma$, $\mathfrak{a} = \gamma^{-1}$.

Die vorliegende Abhandlung gliedert sich in mehrere Abschnitte, welche die Controle der krystallographischen Elemente, die Brechungsexponenten, optischen Axenwinkel, Cassini'sche Curven, und schliesslich die Beziehungen der Hauptbrechungsexponenten zur Wellenlänge, Temperatur, axialen Dichte und Krystallform zum Gegenstand haben.

I. Abschnitt.

Die Winkel der optischen Prismen. Die thermisch-krystallographischen Hülfsconstanten. Krystalle von den Fundorten: Truskavicze und Swoczowicze.

§ 1. Winkelmessungen bei verschiedenen Temperaturen. Die Ausdehnungscoëfficienten und das thermische Axenverhältniss des prismatischen Schwefels sind durch meine vorhergehenden Untersuchungen bekannt geworden. Trotzdem erheischte die vorliegende Untersuchung eine erneute thermisch-krystallographische Bestimmung jener Krystalle, die optischen Zwecken dienen sollten. Die mit der Temperatur sich ändernden Winkel der optischen Prismen wurden daher durch directe Beobachtungen ermittelt. Anderseits sollte diese Untersuchung eines neuen, bisher noch nicht untersuchten Materiales etwa vorhandene Abweichungen von den theoretischen Mittelzahlen entdecken helfen. Letzteres bezieht sich namentlich auf die Krystalle von Swoczowicze, welche bisher noch nicht thermisch untersucht waren. Vom Fundorte Truskawicze wurden neuerdings drei Krystalle benutzt. Sie sind mit I, II, III bezeichnet.

Krystall I, Truskawicze, gehört zum Typus I dieses Fundortes (vergl. Theil I, S. 329) nach Foullon's genetischer Typenaufstellung*). Er ist von bräunlicher Farbe, 4 mm lang, $1\frac{1}{2}$ mm breit und wegen der vorherrschenden Grundpyramide p {111} von meisselähnlicher Form**).

*) Foullon, Referat diese Zeitschr. 1887, **12**, 525.

**) Die Bezeichnung der Flächen und Quadranten ist hier ident mit der im Theile I gebrauchten, vergl. daselbst S. 331, Fig. 2 und Fig. 3.

Nr.	Flächen:	t^0	W^0
33	p^1p^3	6°,15	143°19′57″,0
-	-	20,21	143 18 31,1
-	-	29,53	143 17 29,8
34	p^2p^4	4,12	143 20 48,3
-	-	8,38	143 20 24,7
-	-	19,84	143 19 13,1
35	p^1p^2	16,62	73 37 3,5
36	p^2p^3	19,58	94 49 39,4
37	p^3p^4	17,98	73 35 28,2
38	p^4p^1	18,44	94 50 51,6

Krystall II, Truskawiczo, ist ebenfalls vom Typus I, doch flächenärmer.

Nr. 39	p_1p_3	t^0 = 3°,80	W^0 = 143°20′36″,0
		11,17	143 19 53,6
		22,65	143 18 34,6

Krystall III, Truskawiczo, gehört dem Typus II an. Er ist lichtgelb und hat bei pyramidaler Form 5 mm Länge und 3 mm Breite. Es ist nur ein Winkel genau messbar:

Nr. 40 $\quad p^1p^3 \quad t^0 = 17°,93 \quad W^0 = 143°12′41″$

und dieser erhaltene Werth weicht stark von den theoretischen Mittelzahlen ab. Leider gestattet die ungünstige Flächenentwicklung nicht die Messung anderer Combinationen. Die Ursache dieser hervorgehobenen Differenz zwischen Rechnung und Beobachtung kann daher nicht aufgeklärt werden.

Fundort Swoczowicze. Krystall IV. Dieser ist 7 mm lang, 4 mm breit und hat lichte Farbe. Er besitzt zahlreiche, ziemlich gut reflectirende Flächen, die symmetrisch und möglichst im Gleichgewichte des Grössenmaasses entwickelt sind. Er gleicht in Farbe und Habitus dem sicilianischen Schwefel. An diesem Krystalle wurden fast alle Combinationen gemessen.

Nr.	Flächen:	t	W	t'	W'
41	cs^1	7°,95	45°11′11″,0	17°,79	45°10′14″,2
42	cs^2	6,33	45 9 36,1	19,61	45 8 25,8
43	cs^3	8,03	45 15 1,1	17,65	45 14 17,1
44	cs^4	6,27	45 14 33,4	19,48	45 13 20,2
45	cp^1	7,99	71 39 8,3	17,85	71 38 27,9
46	cp^2	6,37	71 39 59,9	19,44	71 39 16,8
47	cp^3	7,94	71 42 52,6	17,76	71 42 21,2
48	cp^4	6,31	71 41 54,8	19,47	71 41 3,5
49	cp_3	7,91	108 22 28,6	17,65	108 23 1,9
50	p^1p^3	8,01	143 22 1,2	17,88	143 20 48,9
51	p^2p^4	6,30	143 21 54,7	19,58	143 20 20,3

Nr.	Flächen:	t	W	t'	W'
52	$p^3 p_3$	7°,92	36°39′36″,3	17°,71	36°40′41″,3
53	$p^1 p_3$	7,98	180 1 39,1	18,83	180 1 29,4
54	$s^1 p_3$	7,89	153 33 39,6	18,95	153 33 16,7
55	$p^1 p^2$			19,02	73 33 30,8
56	$p^2 p^3$			19,17	94 52 32,7
57	$p^3 p^4$			21,27	73 34 45,6
58	$p^4 p^1$			22,15	94 51 56,6
59	$s^1 s^3$	7,99	90 26 12,1	17,95	90 24 30,9
60	$s^2 s^4$	6,27	90 24 9,5	19,51	90 21 46,0
61	$s^1 s^2$	6,31	53 9 38,2	22,26	53 7 47,2
62	$s^2 s^3$			21,65	66 47 41,3
63	$s^3 s^4$	8,09	53 15 3,8	20,33	53 13 38,4
64	$s^4 s^1$	7,65	66 49 3,7	20,62	66 48 0,7
65	$p^2 p_1$			21,17	85 6 53,2
66	$p_1 n_1$			21,17	47 25 58,2
67	$p^2 n_1$			21,17	132 32 51,4
68	$p^3 p_1$			18,81	179 59 25,9
69	$p^3 n_1$			18,85	132 34 35,9

Ein plötzlicher Witterungswechsel während dieser Beobachtungsserie hinderte die Completirung der Tabelle für $t = 7°$ C. Die Einreihung der nachträglich gemachten Messungen wurde nicht als correct erachtet und deshalb unterlassen. Doch hätte sie das Endresultat nicht geändert.

§ 2. Vergleich dieser beobachteten thermischen Winkelveränderungen mit den früheren Resultaten. Tabelle des theoretischen Winkelgefälles. Die im vorhergehenden Paragraphen angegebenen Winkel 33—67 waren mir 1886 bei der Drucklegung der früheren Arbeit über Schwefel noch nicht bekannt. Sie können deshalb zur Controle des publicirten thermischen Winkelgefälles verwendet werden. Es muss jedoch bemerkt werden, dass eine solche Controle wohl möglich ist, jedoch war eine derartige Vergleichung nicht Hauptzweck dieser Arbeit. Man erkennt letzteres namentlich aus der Thatsache, dass bei hohen Temperaturen (30° C.) nur wenige Messungen vorgenommen wurden.

Das theoretische Winkelgefälle ΔW für einen Grad der Celsiusscala schreiben wir $\Delta W^t_{\Delta t=1}$ und können für die verschiedenen Flächencombinationen und mittleren Temperaturen dessen Werthe aus den Tabellen 4 S. 337 und Tabelle 8 S. 344 des Theiles I rechnen. Da ich im I. Theile für die Mitteltemperaturen $t_m = 21°,25$ und $t_m = 17°,96$ eine solche Tabelle nicht angegeben habe, so ist es nothwendig, sie hier einzuschalten.

1. Tabelle. Winkelgefälle für t_m und $\Delta t = 1°$ C.

Flächen:	$W^{12°}$	$\Delta W^{17°96}_{\Delta t=1}$	$\Delta W^{21°25}_{\Delta t=1}$
ap	42°35′ 16,″00	+ 0,″157	— 0,″071
pn	47 24 44,00	— 0,157	+ 0,071
p^1p^4	94 49 28,00	— 0,314	+ 0,141
cn	62 19 0,09	— 4,936	— 5,478
bp	53 11 0,59	+ 1,810	+ 2,209
p^1p^2	73 37 58,82	— 3,620	— 4,419
cp	71 40 32,99	— 3,172	— 3,432
p^1p^3	143 21 5,98	— 6,344	— 6,863
bm	50 51 23,68	+ 1,113	+ 1,478
as	56 37 14,67	+ 2,881	+ 2,970
s^1s^4	66 45 30,66	— 5,763	— 5,941
bs	63 23 48,10	+ 3,329	+ 3,769
s^1s^2	53 12 23,80	— 6,658	— 7,538
cs	45 11 6,41	— 5,314	— 5,747
s^1s^3	90 22 12,82	— 10,627	— 11,493
s^1p_3	153 30 33,42	— 2,142	— 2,325

Mit diesem Winkelgefälle, welches auf die im Theile I veröffentlichten essungen gegründet ist, wird nun im Folgenden jenes ΔW verglichen, elches aus den Winkeln Nr. 33—69 für die zufälligen und wechselnden itteltemperaturen ableitbar ist. Man erhält dadurch die nachfolgende egenüberstellung.

Flächen:	Nr.	Beob. t_m	Beob. $\Delta W^t_{\Delta t=1}$	Theor. $\Delta W^{17°9}$
Truskawicze				
p^1p^3	33a	17°,84	6,″296	6,″344
-	33b	13,18	6,117	-
p^2p^4	34a	14,11	6,248	-
-	34b	11,97	6,052	-
Swoczowicze				
cs	41	12,87	5,772	5,314
-	42	12,97	5,294	-
-	43	12,84	4,574	-
-	44	12,87	5,541	-
cp	45	12,92	4,097	3,172
-	46	12,91	3,298	-
-	47	12,85	3,198	-
-	48	12,89	3,898	-
-	49	12,78	3,419	-
p^1p^3	50	12,95	7,325	6,344

Flächen:	Nr.	Beob. t_m	Beob. $\Delta W^{t}_{\Delta t=1}$	Theor. $\Delta W^{17°9}$
$p^2 p^4$	51	12°,94	7",108	6",344
$p^3 p_3$	52	12,82	6,639	-
$s^1 p_3$	54	13,42	2,071	2,142
$s^1 s^3$	59	12,97	10,161	10,627
-	60	12,89	10,838	-
$s^1 s^2$	61	14,29	6,958	6,658
-	62	14,21	6,977	-
$s^4 s^1$	64	14,14	4,857	5,763

Die beobachteten ΔW sind grösstentheils abgeleitet aus Beobachtungen, deren Temperaturintervall nur 10° C. beträgt. Je kleiner aber dieses Temperaturintervall, desto geringer ist auch die Genauigkeit von $\Delta W_{\Delta t=1}$. Es besitzen daher die hier abgeleiteten ΔW ein weit geringeres Gewicht als jene von Theil I. Trotzdem ist auch hier das Ergebniss des Vergleiches von Beobachtung und Rechnung ein zufriedenstellendes. Man erkennt im Allgemeinen, dass die Ausdehnungscoëfficienten l_i vom Theile I auch für den Krystall von Swoczowicze Geltung haben. Im Einzelnen treten jedoch bemerkenswerthe Unterschiede auf. Der Krystall I vom Fundorte Truskawicze giebt hier Werthe von ΔW, die bis auf die halbe Zehntel-Secunde ident sind mit dem theoretischen Resultate in Theil I, welches ebenfalls auf Messungen an Krystallen desselben Fundortes basirt ist. An dem Krystall IV von Swoczowicze ist hingegen ΔW mit einem durchschnittlichen Fehler von einer halben Secunde behaftet. Ein solcher mittlerer Fehler wäre zulässig, indem die Zahl der Repetitionen eine mässige und das Temperaturintervall ein geringes war, überdies die Signalreflexe wohl einfach, aber nicht sehr scharf contourirt waren. Der gesammte mittlere Fehler des theoretischen ΔW betrug (siehe Theil I, Tabelle 8, S. 344) $\pm$ 6",81 für $\Delta t = 18°$ C., daher für $\Delta W_{\Delta t=1}$ $\pm$ 0",378. Deshalb darf auch der nur unbedeutend grössere mittlere Fehler hier am Krystall IV nicht überraschen.

Auffallender als dieser mögliche und zulässige mittlere Fehler in ΔW sind jene abnormen Abweichungen im Winkelgefälle, die sich in der Pyramidenzone am Krystall IV bemerkbar machen. Namentlich ist in der Zone $p^1 s^1 c\, s^3 p^3$ die Unregelmässigkeit recht erkennbar. Für diese Zone gilt nämlich

	cp^1	cs^1	cs^3	cp^3
Beob. Winkel	71°39′	45°11′	45°15′	71°42′
Theor. W.	*71 40*	*45 11*	*45 11*	*71 40*
Beob. ΔW	— 4",09	— 5",77	— 4",57	— 3",19
Theor. ΔW	*— 3,17*	*— 5,31*	*— 5,31*	*— 3,17*

§ 3. Prüfung der monosymmetrischen Flächenlage des Krystalls IV von Swoczowicze. Die eben erwähnte anomale Lage



Nr.	Fläche	W_b	W_p	$W_p - W_b$	W_m	$W_m - W_b$
*)50	$p^1 \pi^3$	143°20′ 29″,11	143°20′ 8″,88	— 0′ 20″,23	143°20′ 20″	— 0′ 9″,11
*)51	$p^2 \pi^4$	143 20 11,29	143 20 8,88	— 0 2,41	143 20 20	+ 0 8,71
52	$\pi^3 p_3$	36 41 2,47	36 39 51,14	+ 1 11,05	36 39 40	— 1 22,47
53	$p^1 p_3$	180 1 29,40	180 0 0	— 1 29,40	180 0 0	— 1 29,40
54	$s^1 p_3$	153 33 12,31	153 30 14,15	— 2 58,16	153 31 2,04	— 2 10,27
55	$p^1 p^2$	73 33 23,63	73 37 26,26	+ 4 2,61	73 33 23,91	+ 0 0,28
56	$p^2 \pi^3$	94 52 32,13	94 49 25,18	— 3 6,95	94 52 37,43	+ 0 5,30
57	$\pi^3 \pi^4$	73 34 46,58	73 37 26,26	+ 2 39,66	73 35 3	+ 0 16,42
58	$\pi^4 p^1$	94 51 56,96	94 49 25,18	— 2 31,78	94 52 37,43	+ 0 40,47
59	$s^1 \sigma^3$	90 23 58,49	90 20 37,18	— 3 21,31	90 20 55,73	— 3 2,76
60	$s^2 \sigma^4$	90 21 30,47	90 20 37,18	— 0 52,99	90 20 55,73	— 0 34,44
61	$s^1 s^2$	53 7 55,59	53 11 23,88	+ 3 28,29	53 8 26,80	+ 0 31,21
62	$s^2 \sigma^3$	66 47 45,05	66 44 38,78	— 3 6,27	66 46 44,93	+ 1 0,12
63	$\sigma^3 \sigma^4$	53 13 33,94	53 11 23,88	— 2 10,06	53 13 17,84	— 0 16,10
64	$\sigma^4 s^1$	66 48 58,51	66 44 38,78	— 4 19,73	66 46 44,93	— 2 13,58
65	$p^2 \pi_1$	85 6 53,15	85 10 34,82	+ 3 41,67	85 7 22,57	+ 0 29,42
66	$\pi_1 n_1$	47 25 58,23	47 24 42,59	— 1 15,64	47 26 54,77	+ 0 56,54
67	$p^2 n_1$	132 32 51,37	132 35 17,41	+ 2 26,04	132 34 17,39	+ 1 26,02
68	$\pi^3 \pi_1$	179 59 25,90	180 0 0	+ 0 34,10	180 0 0	+ 0 34,10
69	$\pi^3 n_1$	132 34 36,24	132 35 17,41	+ 0 41,17	132 33 5,26	— 1 31,01
29	Beobachtung. mit einem mittl. Fehler			± 2′ 8″,67		± 0′ 59″,62
13	- - - - + Fehler					+ 0 34,27
16	- - - - — -					— 1 20,21

Der Krystall IV von Swoczowicze entspricht daher mit einem Fehler von ± 2′ 8″ dem prismatischen Axenverhältnisse

$$ {}_{p}a_{i}^{21} = 0,42720553 : 0,52491494 : 1, \qquad \beta = 90^{0}\,0'\,0''; $$

hingegen mit einem viel geringeren Fehler von nur ± 59″ dem monoklinen Verhältnisse

$$ {}_{m}a_{i}^{21} = 0,42698795 : 0,52520040 : 1, \qquad \beta^{21} = 90^{0}\,2'\,23'',02\,; $$

Die Rechnung bestätigt also die Annahme einer einseitigen, Monosymmetrie erzeugenden Verschiebung der Flächen, welche dem Effecte nach gleichwerthig ist mit einer Abweichung der Hauptaxe vom Lothe im Betrage von zwei Minuten. Eine solche Verschiebung würde in geometrischer Hinsicht wohl geringfügig genannt werden können; im vorliegenden Falle ist jedoch die anomale Lage der Flächen von theoretisch unangenehmem Einflusse auf die Ermittlung der optischen Constanten. Das monokline Axensystem ist wohl nur zu dem einzigen Zwecke gerechnet worden, die Grösse der Distortion zu erkennen, und es soll hierdurch keineswegs ein wahres mono-

*) Bemerkenswerth ist, dass $p^1 \pi^3$ und $p^2 \pi^4$ fast bis auf die Secunden mit dem theoretischen Werthe W_p übereinstimmen.

symmetrisches System des Schwefels an Stelle des prismatischen Schwefels eingeführt werden; allein trotz alledem beeinflusst die unläugbar vorhandene Flächenverschiebung auch die gegenseitige Neigung von Pyramidenflächen und optischen Elasticitätsaxen. Gleichgültig ist es, ob man die Basisfläche oder die Pyramidenflächen als in vicinale Stellungen verschobene Flächen bezeichnet. Immer überträgt sich die morphologische Differenz ($\Delta\beta = 2' 23''$) auf die Lage der Elasticitätsaxe $\overset{+}{c}$ und die Lage dieser letzteren gegen $p(111)$ wird um denselben Betrag unsicher. Bei der starken Doppelbrechung des Schwefels beeinflussen diese zwei Minuten bereits die letzten Decimalen der Brechungsexponenten. Doch fehlt im vorliegenden Falle jedes Mittel, eine Unsicherheit von so geringem Betrage zu eliminiren.

§ 4. Vergleichung meiner krystallographischen Beobachtungen mit den Angaben von Molengraaff und Kokscharow. Seit ich im I. Theile das Axenverhältniss a_i unserer Substanz entwickelte, sind zwei neue interessante Arbeiten über die Formen des Schwefels erschienen und zwar von Molengraaff und Busz. Molengraaff bezweifelte die allgemeine Verwendbarkeit des von mir angegebenen a_i und glaubt, dass jedem Fundorte ein individuelles Axenverhältniss zukomme. Busz hingegen hält diese Hypothese nicht für begründet. Die eigenthümliche Formentwicklung des Krystalls IV von Swoczowicze (vgl. oben) hat mich veranlasst, der Kritik meiner früheren Angaben erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken. Nach meiner Meinung ist es noch unentschieden, ob die Schwefelkrystalle aller Fundorte chemisch absolut gleich sind. Da Schwefel einerseits mit Selen verwandt ist, anderseits in bituminösen Kohlenwasserstoffen theilweise löslich ist, so könnten Beimengungen der einen oder anderen Art vorhanden sein, die mit dem Fundorte variiren und auch den morphologischen Charakter beeinflussen. Der Hypothese Molengraaff's, dass jeder Fundort sich durch ein specielles Axenverhältniss auszeichnet, könnte man daher zustimmen, wenn hieran die Bedingung geknüpft wird, dass die eventuelle Differenz gegen ein mittleres Axenverhältniss nur einige Minuten beträgt. Letztere Bedingung wird gerechtfertigt durch die Thatsache, dass unser Krystall IV trotz seiner Monosymmetrie doch nur 2' von der normalen mittleren Form abweicht.

Differenzen von 1—2 Minuten in den Winkeln, oder Aenderungen des Axenverhältnisses in der vierten Decimalstelle sind bei unserer Substanz schon von der Rechnungsmethode selbst abhängig *). So ist auch der Unterschied zwischen den Angaben Molengraaff's und mir gerade für die wichtigsten Flächen mehr ein theoretischer als ein wirklich beobachte-

*) Die im Theil I ermittelten Ausdehnungscoëfficienten sind vom thermischen Winkelgefälle abhängig und ändern sich höchstens in den letzten Decimalstellen, wenn etwa der absolute Werth von a_i in der vierten Decimalstelle geändert würde.

ter. Ich vergleiche im Nachfolgenden die für $t = 11^0$ geltenden Zahlenwerthe W_M^{11} von Molengraaff mit jenen Zahlenwerthen W_S^{12}, die sich in Theil I, S. 337, Tabelle 4 finden. Molengraaff giebt für *ap*, *bp* theils directe, theils indirecte Werthe an, ich führe deshalb im Folgenden auch das Mittel beider an.

Flächen:	Schrauf W_S^{12}		Molengr. W_M^{11}	$W_S^{12} - W_M^{11}$
cn	62° 17′ 41,″95		62° 17′ 22,″0	+ 19,″95
ap			42 34 27″	
			90 — 42 36 43	
	42 35 28,05	Mittel	= 42 35 35	— 6,95
bp			53 11 53	
			90 — 53 12 5	
	53 11 34,16	Mittel	= 53 11 59	— 24,84
cp	71 40 48,06		71 40 15	+ 33,06

Hätte also Molengraaff auf diese angeführten Winkel der Grundpyramide sein Axenverhältniss basirt, so hätte er fast dieselben Zahlen erhalten, wie ich sie fand. Die Unterschiede in den Winkeln W_S und W_M sind nämlich für die steilen Formen $p(111)$, $n(101)$ unbeträchtlich, sie wachsen hingegen, je näher die Flächen an der Basisfläche liegen. Durch ein Diagramm liesse sich der Unterschied der beiderseitigen Angaben darstellen. Die Form der Krystalle von Molengraaff könnte man vergleichen mit einem Kegel, der ellipsoidisch endet, während die theoretische Form sich darstellen liesse durch einen Kegel über gleicher Basis, der aber in eine Spitze ausläuft.

Vergleicht man schliesslich das Axenverhältniss von Molengraaff mit dem für unbestimmte Temperaturen geltenden a_i, welches Kokscharow angab und mit einem x_i^{30} (S. 337, Theil I) und berechnet aus diesen drei Systemen die wichtigsten Winkel W_S, W^M, W_K, so folgt

Kokscharow	a_i^t : :	0,427179	: 0,525378	: 1
Molengraaff	a_i^{11}	0,42756683	: 0,52518244	: 1
Schrauf	x_i^{30}	0,42740786	: 0,52524994	: 1

	W_S^{30}	$W_S - W_M$	W_M^{11}	$W_S - W_K$	W_K^t	$W_S - \frac{W_M + W_K}{2}$
(001):(101) =	66° 51′ 27,″92	+ 27,″72	66° 51′ 0,″20	— 39,″92	66° 52′ 7,″84	— 6,″10
(001):(011) =	62 17 21,48	— 10,92	62 17 32,40	+ 20,69	62 17 0,79	+ 4,88
(010):(110) =	50 51 50,29	+ 50,55	50 50 59,74	— 78,68	50 53 8,97	— 14,07
Mittl. Fehler		± 29,″73		± 46,″43		± 8,″35

Diese Gegenüberstellung zeigt, dass meine für $t = 30^0$ C. angegebenen Winkel ident sind mit dem Mittel der Angaben von Kokscharow

und Molengraaff. Der restirende Fehler mag wohl von demselben Betrage sein, wie ihn das Axenverhältniss jeder beliebigen Species aufweist.

§ 5. Die Winkel der optischen Prismen. Das geschilderte Material (I, II, III, IV) besass acht zu refractometrischen Beobachtungen taugliche Flächencombinationen, welche ohne Schliff und ohne Glasbedeckung verwendbar waren. Es sind dies die Prismen, deren Winkel vorne unter den Nummern 33, 34, 39, 40, 50, 51, 54, 69 angegeben sind. Die optischen Untersuchungen mussten getrennt von den krystallographischen vorgenommen werden, und innerhalb des Temperaturintervalles 6° C. bis 30° C. Deshalb wurden aus den direct beobachteten Normalwinkeln der für jede einzelne thermisch-optische Beobachtung geltende Prismenwinkel neu gerechnet. Hierbei empfahl es sich, wegen der grossen brechenden Kraft des Schwefels auch die Bruchtheile der Secunde in der Rechnung zu beachten. Die Auswerthung der Prismenwinkel geschah folgendermassen. Aus den bei verschiedenen Temperaturen gemessenen Winkeln einer Combination wurde durch Mittelnehmen ein Normalwerth erster Ordnung gebildet. Mittelst des Winkelgefälles (Tabelle I) wurden zurückgerechnet die den ursprünglichen Beobachtungstemperaturen entsprechenden theoretischen Werthe, welche dann als Normalwerthe zweiter Ordnung galten. Der Vergleich derselben mit den Beobachtungen ergab höchstens Differenzen von 1—2 Secunden. Aus diesen Normalwerthen wurden die Winkel abgeleitet, welche für die statthabende Temperatur zur Rechnung der Brechungsexponenten dienten. Bei dieser letzten Reduction wurde für $t = 6^\circ$—20° benutzt ΔW^{17°, hingegen für $t = 20^\circ$—30° verwendet ΔW^{21°.

Als Beispiel dieser Rechnungsoperationen erwähne ich Nr. 33.

t°	Beob.	Ger. aus Mittel	ΔR—B
6°,15	143° 19′ 57″,0	143° 19′ 58″,5	+ 1″,5
20,21	18 31,1	18 29,3	— 1,8
29,53	17 29,8	17 30,2	— 0,4
Mittel 18,63	143 18 39,3		

Hieraus folgen als Normalwerthe zweiter Ordnung die optischen Prismenwinkel

$t =$ 6°,15	36° 40′ 1″,5
20,21	36 41 30,7
29,53	36 42 29,8

und aus diesen erst die Prismenwinkel für die intermediären Temperaturen. Bei den übrigen optischen Prismen wurde in möglichst gleicher Art verfahren.

II. Abschnitt.

Refractometrische Beobachtungen.

§ 6. Einige Bemerkungen über die Beobachtungsmethoden der Brechungsexponenten α, μ, ν, ϱ, σ. Das verwendete Material lieferte fünf Brechungsexponenten, unter diesen ist aber nur ein Hauptbrechungsexponent α, welcher der Elasticitätsaxe $\underset{+}{\mathfrak{c}}$ entspricht. Senkrecht gegen diese Axe und in der Ebene der Krystallaxen a_a a_b erfolgen die Schwingungen, welche den Strahl ν bei der Minimumstellung charakterisiren. Die übrigen drei Werthe, μ, ϱ, σ, entsprechen differenten Richtungen des gebrochenen Strahles.

Zur Bestimmung der betreffenden Deviationen bei verschiedenen Temperaturen wurde in ähnlicher Weise wie bei den thermisch-morphologischen Messungen vorgegangen. Der ganze Beobachtungsraum wurde längere Zeit auf die gewünschte Temperatur erwärmt oder erkaltet, und erst dann beobachtet, wenn auch der Krystall diese herrschende und möglichst constante Temperatur angenommen hatte. Im Hochsommer bedurfte es nur geringer Nachhülfe durch Ofenheizung, um die Temperatur bei 30° constant zu erhalten. Das über dem Krystall aufgehangene Thermometer wurde bei jeder Deviationsbestimmung ebenfalls abgelesen. Durch diese Einrichtung wird die Verwendung eines besonderen Erhitzungsgefässes für den Krystall überflüssig und die direct erhaltenen Brechungsexponenten entsprechen ohne weitere Correction dem Verhältniss der Lichtgeschwindigkeit in Schwefel und Luft von gleicher Temperatur*). Diese Methode hat aber — ausser der Beschränkung auf geringe Temperaturintervalle — noch den Nachtheil, dass wegen der Erwärmung des ganzen Beobachtungsraumes auch die Dimensionen der Messingröhren an dem Beobachtungsfernrohr sich ändern, während wegen der geringen Volumenänderung des Glases die Focaldistanzen der Linsen gleichbleiben. Theoretisch muss hierdurch die Schärfe des Bildes beeinflusst werden. Die Elimination dieses Fehlers würde aber Störungen anderer Art und ein continuirliches Verstellen des Fernrohres nach sich gezogen haben. Es war ja praktisch nicht ausführbar, alle bei gleicher Temperatur anzustellenden Messungen an den verschiedenen Prismen in aufeinander folgenden Tagen ohne Unterbrechungen vorzunehmen. Die Einstellung der Fernrohre auf Unendlich habe ich mittelst der Gauss'schen Methode bei mittlerer Temperatur revidirt und richtig gefunden. Thatsächlich machte ich jedoch die

* In § 26 wird die Reduction dieser Werthe auf den sogenannten leeren Raum ($n = 1$) durchgeführt.

Erfahrung, dass die Spectra bei höherer Temperatur weniger sichtbar waren, als bei sehr niederen Temperaturen. Wahrscheinlich ist aber dieses Schlechtersehen weniger von der thermischen Aenderung der Fernrohre, als vielmehr von der variablen Absorption des Schwefels selbst abhängig. Während bei sehr niedrigen Temperaturen die Lithiumlinie deutlich sichtbar war, sank sie bei $t = 30^0$ meist unter die Empfindungsschwelle für mein Auge. Auch das Thalliumlicht erlitt bei Erhöhung der Beobachtungstemperatur eine Schwächung seiner Intensität, doch blieb die grüne Linie in der Mehrzahl der Fälle noch sichtbar. Diese Zunahme der Absorption mit wachsender Temperatur steht in Einklang mit der bekannten Angabe von Schönbein, laut welcher bei -50^0 der Schwefel farblos, also nicht absorbirend ist.

Die in den nachfolgenden Tabellen angegebenen Deviationen sind das Mittel aus je 10 Ablesungen, das heisst von je 10 Einstellungen des Beobachtungsfernrohrs auf die Spectralbande bei ungeänderter Incidenz und ungeänderter Stellung des Prismas. Weil zu berücksichtigen war (vergl. früher), dass die als optische Prismen verwendeten Pyramiden (p) vielleicht asymmetrisch gegen die Elasticitätsaxe c orientirt sind, so wurde bei solchen Prismen jede Fläche alternirend als Incidenz- und Austrittsfläche benutzt. Die Beobachtungen wurden nahe bei der Minimumstellung vorgenommen, doch der Incidenzwinkel regelmässig ermittelt. Nur in einzelnen Fällen wurde ich durch äussere Zufälligkeiten von der Ablesung des Incidenzwinkels abgehalten; dann wurde angegeben, welche Farbe im Minimum eingestellt war.

Die Tabellen enthalten zuerst die Nr. der Beobachtungen, dann die Nr. des Prismenwinkels (vergl. Winkeltabelle vorne); hierauf folgt I_f Incidenzfläche, t Temperatur, A brechender-, I Incidenz-, D Deviationswinkel; schliesslich n der gerechnete Brechungsexponent. Wenn aus dem Incidenzwinkel sich ergab, dass der Strahl α nicht normal zur Elasticitätsaxe c war, so konnte aus dem bekannten inneren Brechungswinkel r und den approximativen Werthen von α, ν [$\parallel$ und $\perp$ zu c] die Correction δn gerechnet werden. Hierzu wurde die Gleichung $n^{-2} = \sin^2 \delta\, \nu^{-2} + \cos^2 \delta\, \alpha^{-2}$ benutzt, welche eine Correctionstabelle zu rechnen gestattet. Die Zahlen δn sind in Werthen der letzten Decimalstellen von n angegeben und immer im additiven Betrage dem direct gerechneten n zuzuzählen, um das wahre α zu erhalten, indem $\alpha = n + \delta n$ ist.

Die Brechungsexponenten wurden in allen Fällen, wo Incidenzbeobachtungen vorlagen, mittelst der hierfür geltenden expliciten Formel [siehe Aut. physik. Min. 2, Formel 68) gerechnet.

§ 7. Die Brechungsexponenten α und ν beobachtet am Krystall I von Truskawicze mittelst der Prismen $p^1 p^3 =$ Nr. 33 und $p^2 p^4 =$ Nr. 34.

Liste des Hauptbrechungsexponenten α.

Nr.	Pr.	l_f	t^0	A	J	D	n	δn
		Lithium.						
1	33	p^1	5°72	36°39′ 58″,8	45°34′ 20″	51°53′ 12″	2,218984	17
2	33	p^1	5,93	40 0,1	44 59 30	51 52 32	2,219096	5
3	33	p^3	6,70	40 5,0	44 51 36	51 51 55	2,218888	4
4	33	p^3	20,35	41 31,6	*Na* Min.	51 44 50	2,215728	
5	33	p^1	20,45	41 32,2	*Na* Min.	51 44 35	2,215634	
6	33	p^3	29,55	42 29,9	45 35 20	51 40 48	2,213186	18
7	33	p^1	31,40	42 42,6	44 22 26	51 37 5	2,212386	
		Natrium.						
8	33	p^1	5°80	36°39′ 59″,3	45°34′ 20″	53°22′ 26″	2,248742	3
9	33	p^1	6,00	40 0,6	44 59 30	53 21 53	2,248641	
10	34	p^2	6,67	39 25,3	44 59 55	53 20 1	2,248420	
11	33	p^3	6,97	40 6,7	44 51 56	53 21 15	2,248861	
12	34	p^4	7,30	39 29,3	45 0 0	53 19 3	2,248060	
13	34	p^2	8,00	39 33,7	Min.	53 19 40	2,248213	
14	34	p^2	8,41	39 36,3	44 59 30	53 18 59	2,247961	
15	34	p^4	8,90	39 39,4	39 8 33	53 51 38	2,247106	348
16	34	p^2	9,00	39 40,0	39 10 1	53 52 47	2,247525	347
17	34	p^4	9,30	39 41,9	44 59 35	53 17 41	2,247474	
18	33	p^3	20,35	41 31,6	Min.	53 13 35	2,244929	
19	33	p^1	20,37	41 31,7	44 59 18	53 14 36	2,245260	
20	33	p^1	20,45	41 32,2	Min.	53 13 55	2,245081	
21	34	p^4	21,00	40 56,1	39 7 52	53 44 10	2,243998	347
22	34	p^4	21,64	41 0,2	45 0 32	53 10 34	2,244285	
23	34	p^2	22,00	41 2,5	39 8 26	53 45 0	2,244202	347
24	34	p^2	22,23	41 3,9	44 59 2	53 10 45	2,244305	
25	33	p^3	29,90	42 32,3	45 35 20	53 8 14	2,242880	4
26	34	p^4	30,50	42 1,8	45 0 2	53 4 40	2,241677	
27	34	p^4	30,65	42 2,9	Min.	53 4 57	2,241762	
28	34	p^2	30,97	42 5,1	Min.	53 5 43	2,241989	
29	33	p^1	31,30	42 41,9	44 22 26	53 6 52	2,241874	
		Thallium.						
30	33	p^1	5°80	36°39′ 59″,3	44°59′ 30″	54°55′ 55″	2,278979	5
31	33	p^1	6,00	40 0,6	45 34 20	54 55 22	2,278974	
32	33	p^3	6,70	40 5,0	44 51 56	54 55 9	2,278602	8
33	34	p^2	8,51	39 36,9	44 59 30	54 52 35	2,278473	5
34	34	p^4	9,10	39 40,7	44 59 35	54 51 21	2,277737	5
35	34	p^2	9,20	39 41,3	39 40 1	55 38 37	2,277816	455
36	33	p^3	19,02	41 23,4	46 39 40	54 48 22	2,275543	8
37	33	p^1	20,08	41 29,5	44 58 55	54 48 3	2,275447	5
38	33	p^3	20,35	41 31,6	*Na* Min.	54 47 10	2,275319	
39	33	p^1	20,45	41 32,2	*Na* Min.	54 47 32	2,275431	

Nr.	Pr.	l_f	t^0	A	J	D	n	δn
40	34	p^4	21°,12	36°40′ 56″,1	45° 0′ 32″	54°44′ 25″	2,274 670	4
41	34	p^2	22,19	41 3,7	44 59 2	54 44 21	2,274 560	4
42	33	p^3	29,70	42 31,0	45 35 20	54 41 51	2,272 932	
43	34	p^4	30,25	42 0,1	45 0 2	54 39 5	2,272 249	4
44	33	p^1	31,33	42 42,2	44 22 26	54 41 15	2,272 073	17

Brechungsexponent des extraordinären Strahles ν.

Lithium.

Nr.	Pr.	l_f	t^0	A	J	D	n	δn
45	33	p^1	6°,10	36°40′ 1″,2	39° 2′ 0″	40°43′ 40″	1,987 611	
46	33	p^3	7,07	40 7,2	38 35 40	40 43 33	1,987 543	
47	33	p^3	19,20	41 24,3	*Na* Min.	40 39 16	1,985 345	
48	33	p^1	20,25	41 30,9	*Na* Min.	40 39 20	1,985 313	
49	33	p^1	30,02	42 33,2	39°24′ 41	40 34 47	1,982 995	
50	33	p^3	30,90	42 39,2	39 33 5	40 34 34	1,982 807	

Natrium.

Nr.	Pr.	l_f	t^0	A	J	D	n	δn
51	33	p^1	6°,10	36°40′ 1″,2	39° 2′ 0″	41°37′ 42″	2,007 074	
52	33	p^3	7,40	40 9,4	38 35 40	41 38 3	2,007 052	
53	34	p^2	8,05	39 34,0	Min.	41 36 23	2,006 842	
54	34	p^4	8,20	39 35,0	Min.	41 36 34	2,006 900	
55	34	p^2	8,90	39 39,4	39 10 1	41 36 23	2,006 795	
56	34	p^4	8,92	39 39,5	39 8 33	41 35 20	2,006 418	
57	33	p^3	19,80	41 28,1	Min.	41 33 26	2,004 792	
58	33	p^1	20,25	41 30,9	Min.	41 33 35	2,004 821	
59	33	p^3	20,33	41 31,4	Min.	41 32 51	2,004 555	
60	34	p^4	21,08	40 56,7	39 7 52	41 31 2	2,004 214	
61	34	p^2	22,18	41 3,3	39 8 26	41 31 14	2,004 218	
62	34	p^4	30,00	41 58,4	39 7 30	41 27 18	2,002 330	
63	33	p^1	30,02	42 33,2	39 24 41	41 28 54	2,002 578	
64	34	p^4	30,57	42 2,3	Min.	41 27 28	2,002 357	
65	34	p^2	30,80	42 3,9	Min.	41 27 29	2,002 349	
66	33	p^3	30,85	42 38,9	39 33 5	41 28 56	2,002 513	

Thallium.

Nr.	Pr.	l_f	t^0	A	J	D	n	δn
67	33	p^1	6°,10	36°40′ 1″,2	39° 2′ 20″	42°33′ 29″	2,026 928	
68	33	p^3	7,40	40 9,4	38 35 40	42 34 0	2,026 854	
69	34	p^4	8,70	39 38,1	39 8 33	42 30 54	2,026 249	
70	34	p^2	9,20	39 41,3	39 10 1	42 31 46	2,026 532	
71	33	p^3	19,40	41 25,6	*Na* Min.	42 29 28	2,024 835	
72	33	p^1	20,25	41 30,9	*Na* Min.	42 28 35	2,024 473	
73	33	p^3	20,33	41 31,4	*Na* Min.	42 28 18	2,024 368	
74	34	p^4	20,76	40 54,6	39 7 52	42 26 41	2,024 070	
75	34	p^2	21,85	41 1,5	39 8 26	42 26 52	2,024 075	
76	34	p^4	29,90	41 57,7	39 7 30	42 22 48	2,022 132	
77	33	p^1	30,02	42 33,2	39 24 41	42 24 8	2,022 332	
78	33	p^3	31,15	42 40,9	39 33 5	42 23 59	2,022 216	

§ 8. **Die Brechungsexponenten α, ν vom Krystall III von Truskawicze. An diesem Krystalle war nur zu gebrauchen das optische Prisma Nr. 39 = p^1p^3. Es ist daher in diesen Tabellen die Nummer des Prismas weggeblieben und nur die Incidenzfläche ist angegeben worden. Die Lithiumlinie war für die Messung zu lichtschwach.**

Nr.	I_f	t^0	A	J	D	n	Δn
			Hauptbrechungsexponent α.				
	Natrium.						
79	p^3	3°,50	36°39′21″,3	Min.	53°24′54″	2,230 061	
80	p^1	3,60	39 21,9	Min.	53 25 3	2,250 103	
81	p^1	4,62	39 28,4	Min.	53 24 18	2,249 759	
82	p^1	12,37	40 47,4	45°27′32″	53 20 10	2,247 832	3
83	p^3	12,46	40 48,0	44 37 15	53 19 45	2,247 709	2
84*	p^1	12,50	40 48,3	40 17 30	53 10 45	2,247 308	230
85	p^3	22,66	41 22,8	45 0 0	53 14 0	2,245 161	
	Thallium.						
86	p^3	3°,30	36°39′20″,0	*Tl* Min.	54°59′50″	2,280 889	
87	p^1	3,60	39 21,9	*Tl* Min.	54 59 19	2,280 701	
88	p^3	12,25	40 16,7	45° 0′ 4″	54 55 0	2,278 494	5
89*	p^3	12,50	40 17,0	39 30 10	55 36 22	2,278 186	410
90	p^3	22,10	41 19,2	45 0 0	54 48 35	2,275 741	5
			Brechungsexponent ν.				
	Natrium.						
91	p^3	3°,50	36°39′21″,3	*Na* Min.	41°39′45″	2,008 160	
92	p^1	3,50	39 21,3	-	41 39 45	2,008 160	
93	p^3	4,55	39 28,0	-	41 38 38	2,007 702	
94	p^1	4,85	39 29,9	-	41 38 15	2,007 547	
95	p^1	5,80	39 35,9	-	41 37 44	2,007 310	
96	p^3	6,10	39 37,8	-	41 38 28	2,007 556	
97	p^1	12,40	40 17,6	-	41 35 47	2,006 248	
98	p^1	12,43	40 17,8	39°24′50″	41 35 31	2,006 130	
99	p^3	12,45	40 17,9	39 30 10	41 36 42	2,006 540	
100	p^3	12,55	40 18,6	39 27 15	41 36 0	2,006 290	
101	p^3	22,33	41 20,7	39 30 15	41 33 12	2,004 735	
	Thallium.						
102	p^1	12°,30	36°40′17″,0	39°30′10″	42°33′ 7″	2,026741	
103	p^3	22,20	41 19,9	39 30 0	42 27 49	2,024296	

§ 9. Krystall IV von Truskawicze. Dieser lieferte mittelst des Prismas Nr. 40 = p^1p^3 die Werthe α, ν für Natrium und Thallium. Doch wurde an diesem Prisma nur p^1 als Incidenzfläche benutzt, und überdies nur bei der Minimumstellung beobachtet. Daher wird I_f und I nicht angegeben.

Nr.	t^0	A	D	n
		Hauptbrechungsexponent α.		
	Natrium.			
104	9°,42	36° 46′ 25″,0	53° 36′ 40″	2,249 233
105	20,10	47 32,8	53 29 50	2,246 268
106	31,35	48 50,0	53 28 25	2,243 338
	Thallium.			
107	9°,42	36° 46′ 25″,0	55° 10′ 35″	2,279 540
108	20,10	47 32,8	55 3 20	2,276 453
109	31,35	48 50,0	54 57 26	2,273 694
		Extraordinärer Strahl ν.		
	Natrium.			
110	8°,90	36° 46′ 21″,7	41° 49′ 15″	2,007 898
111	19,80	47 30,9	41 45 30	2,005 959
112	31,27	48 49,5	41 40 48	2,003 602
	Thallium.			
113	9°,70	36° 46′ 26″,8	41° 45′ 25″	2,027 829
114	19,60	47 29,6	42 42 20	2,026 178
115	31,27	48 39,5	42 36 42	2,023 475

§ 10. **Krystall IV von Swozowicze.** Die günstige Flächenentwickelung dieses Krystalles erlaubt vier Flächenpaare als optische Prismen zu benutzen, welche sechs verschiedene Brechungsexponenten $\alpha > \lambda > \mu > \nu > \varrho > \sigma$ liefern. Die Werthe α und ν erhält man durch die Prismen $p^1 p^3$ und $p^2 p^4$, daher zweimal. Das Lichtbild von λ ist für die Messungen zu schwach und diffus; die übrigen Brechungsexponenten μ, ϱ, σ lassen sich mindestens bei *Na*- und *Tl*-Licht genau messen. Mittelst der Flächencombination $p_3 s^1$ erhält man μ, ϱ; während das Flächenpaar $n_1 p^3$ die Spectra von λ und σ erzeugt. Da der Krystall ziemlich dick war, so war auch die Absorption für Lithium schon sehr stark und nur in einzelnen Fällen gelang es, diese Linie zur Messung einzustellen.

Hauptbrechungsexponent α, erhalten mittelst der Prismen Nr. 50 $= p^1 p^3$ und Nr. 51 $= p^2 p^4$.

Nr.	Pr.	l_f	t^0	A	J	D	n	δn
		Lithium.						
116	50	p^3	9°,33	36° 38′ 12″,0	*Na* Min.	51° 45′ 20″	2,218 024	
		Natrium.						
117	50	p^3	7°,00	36° 37′ 57″,2	44° 22′ 47″	53° 17′ 37″	2,248 500	4
118	51	p^4	7,08	38 15,3	45 13 18	53 18 54	2,248 806	
119	50	p^1	7,10	37 57,8	45 15 50	53 17 25	2,248 504	1

Nr.	Pr.	I_f	t^0	A	J	D	n	δn
*120	51	p^2	7°,20	36°38′16″,1	39° 0′45″	53°54′24″	2,248383	368
121	50	p^1	8,90	38 9,3	*Na* Min.	53 16 8	2,247985	
122	50	p^3	8,90	38 9,3	*Na* Min.	53 16 31	2,248110	
123	51	p^2	19,66	39 35,1	45 0 5	53 11 35	2,245551	
124	51	p^4	19,81	39 36,1	44 50 2	53 11 38	2,245555	
125	50	p^3	20,66	39 23,9	45 0 15	53 9 14	2,244903	
126	50	p^1	28,55	40 18,9	44 42 45	53 4 45	2,242826	
127	50	p^3	29,15	40 23,0	*Na* Min.	53 4 15	2,242625	
		Thallium.						
128	50	p^3	7°,00	36°37′57″,2	44°22′47″	54°51′21″	2,278509	19
129	51	p^2	7,00	38 14,8	44 59 56	54 51 52	2,278880	5
130	50	p^3	20,33	39 21,8	45 0 5	54 43 18	2,275887	4
131	50	p^3	28,43	40 18,1	44 42 45	54 38 17	2,273004	8

Intermediärer Brechungsexponent μ, beobachtet mittelst des Prisma Nr. 54 $= p_3 s^1$ und mit p_3 als Incidenzfläche.

Nr.	Pr.	I_f	t^0	A	J	D	μ
		Natrium.					
132	5	p_3	6°,53	26°26′17″,1	45° 0′ 5″	34°11′56″	2,147238
133			7,40	26 19,0	44 59 50	34 11 33	2,147021
134			9,05	26 22,5	44 59 45	34 11 7	2,146733
*135			9,24	26 22,9	51 53 30	35 49 52	2,137722
136			9,27	26 23,0	45 0 0	34 11 10	2,146722
137			19,97	26 45,9	45 0 0	34 7 30	2,144270
138			20,60	26 47,2	45 0 0	34 6 51	2,143868
139			30,45	27 10,3	44 59 55	34 2 47	2,141188
		Thallium.					
140	5	p_3	6°,60	26°26′17″,2	45° 0′ 5″	34°57′ 5″	2,174029
141			7,42	26 19,0	44 59 50	34 56 21	2,173605
142			9,05	26 22,5	44 59 45	34 56 7	2,173435
*143			9,24	26 22,9	51 53 30	36 32 0	2,162253
144			20,70	26 47,4	45 0 0	34 51 55	2,170606
145			29,93	27 9,1	44 59 55	34 48 18	2,168207

Extraordinärer Strahl ν, gemessen mit den Prismen Nr. 50 $= p^1 p^3$ und Nr. 51 $= p^2 p^4$.

Nr.	Pr.	I_f	t^0	A	J	D	ν
		Lithium.					
146	50	p^3	9°,20	36°38′11″,2	37°11′ 0″	40°40′40″	1,987256
		Natrium.					
147	50	p^3	7,00	37 57,2	38 5 12	41 35 28	2,007088
148	50	p^1	7,00	37 57,2	39 7 30	41 34 46	2,007104
149	51	p^4	7,80	38 14,8	38 47 50	41 36 1	2,007374

Nr.	Pr.	I_f	t^0	A	J	D	ν
150	51	p^2	7°,11	36°38′15″,5	39° 0′ 45″	41°36′ 20″	2,007505
151	50	p^1	8,90	38 9,3	*Na* Min.	41 33 35	2,006575
152	50	p^3	8,90	38 9,3	*Na* Min.	41 34 18	2,006832
153	50	p^3	19,58	38 17,0	39 9 55	41 30 25	2,004846
154	51	p^4	19,71	38 35,5	39 8 10	41 31 56	2,005232
155	51	p^2	20,01	39 37,4	39 8 32	41 31 14	2,004964
156	50	p^3	28,20	40 16,5	39 11 0	41 26 30	2,002922
157	50	p^3	28,98	40 21,8	*Na* Min.	41 26 31	2,002886
		Thallium.					
158	50	p^3	6°,95	36°37′56″,9	38° 5′12″	42°32′ 7″	2,027052
159	5	p^2	7,20	38 16,1	39 0 45	42 32 50	2,027631
*160	50	p^1	9,20	38 11,2	37 41 0	42 30 20	2,025947
161	51	p^4	19,40	39 33,5	39 8 10	42 27 30	2,025082
162	50	p^3	19,50	39 16,5	39 9 55	42 26 23	2,024843
163	5	p^2	20,01	39 37,4	39 8 32	42 27 48	2,025155
164	50	p^3	27,95	40 14,8	39 11 0	42 22 5	2,022802

Intermediärer Brechungsexponent ϱ, beobachtet mittelst des Prismas Nr. 54 $= p_3 s^1$ und mittelst p_3 als Incidenzfläche.

Nr.	t^0	A	J	D	ϱ
	Natrium.				
165	6°,50	26°26′17″,0	45° 0′ 5″	30° 9′ 27″	2,002526
166	8,95	26 22,3	44 59 45	30 9 2	2,002268
167	9,27	26 33,0	45 0 0	30 8 41	2,002017
*168	9,30	26 23,0	51 53 30	32 2 52	2,001465
169	9,43	26 23,3	44 59 50	30 8 57	2,002196
170	19,73	26 45,4	45 0 0	30 6 1	2,000190
171	20,13	26 46,2	45 0 0	30 5 37	1,999942
172	20,60	26 47,2	45 0 0	30 5 30	1,999861
173	29,48	27 7,9	44 59 5	30 3 10	1,998264
	Thallium.				
174	6°,60	26°26′17″,2	45° 0′ 5″	30°42′ 21″	2,022219
175	8,95	26 22,3	44 59 45	30 42 1	2,022011
*176	9,30	26 23,0	51 53 30	32 36 15	2,021392
177	9,43	26 23,3	44 59 50	30 41 49	2,021869
178	20,63	26 47,3	45 0 0	30 38 59	2,019898
179	29,56	27 8,2	44 59 55	30 36 5	2,017955

Intermediärer Brechungsexponent σ, erhalten mittelst des Prismas Nr. 69 $= n_1 p^3$ und mittelst n_1 als Incidenzfläche. Nach dem Incidenzwinkel wird σ und σ^0 unterschieden.

Nr.	t^0	A	J	D	σ
	Natrium.				
180	6°47	47°25′ 23″,2	52°32′ 0″	57°42′ 37″	σ^0 1,974626
181	6,63	25 23,2	51 10 25	57 42 20	σ 1,974049
182	19,55	25 24,1	51 9 35	57 32 50	σ 1,972000
183	21,78	25 24,3	52 33 40	57 31 23	σ^0 1,972144
184	28,20	25 24,8	52 10 5	57 26 5	σ^0 1,970957
185	29,60	25 24,9	52 31 55	57 24 14	σ^0 1,970558
	Thallium *).				
186	6°40	47 25 23,2	52 32 0	59 13 17	σ^0 1,994218

§ 11. Vergleichung der Beobachtungen mit Rücksicht auf etwaige durch Monosymmetrie oder Fundort hervorgerufenen Differenzen. Das in den vorhergehenden Tabellen angegebene directe Beobachtungsmaterial gestattet eine Entscheidung darüber, ob die in § 3 hervorgehobenen Abweichungen von der Symmetrie auch auf optischem Gebiete bemerkbar sind. Besonders wichtig erscheint eine Prüfung der Lage der Elasticitätsaxe $\mathfrak{c}$ und die Beantwortung der Frage, ob diese Axe $\mathfrak{c}$ auch thatsächlich mit der Normale auf die Krystallfläche (001) zusammenfällt.

Der Hauptbrechungsexponent $\alpha[\mathfrak{c}^{-1}]$ wurde mittelst der Flächenpaare p^1p^3 oder p^2p^4 bestimmt, wobei jede dieser vier Flächen als Incidenzfläche benutzt wurde. Daher liefert bereits ein Krystall vier Werthe von α, welche man nach der jeweiligen Incidenzfläche α^1 α^2 α^3 α^4 nennen kann. Ferner sind die Vibrationen für α nicht parallel der brechenden Kante, sondern sie fallen in die Halbirungsebene dieser optischen Prismen. Aus diesen Gründen wäre zu erwarten, dass bei Incidenzbeobachtungen Differenzen zwischen α^1 α^2 α^3 α^4 auftreten, wenn $\mathfrak{c}$ eine anomale Lage besässe.

Krystall I von Truskawicze, welcher sich durch regelmässigen Krystallbau auszeichnet, liefert auch möglichst gleiche Werthe von α^1 α^2 α^3 α^4. Beispielsweise sei erwähnt:

Nr.	t^0	p^1p^3	Nr.	t^0	p^2p^4
9	6°00	$\alpha^1 = 2{,}248642$	10	6°67	$\alpha^2 = 2{,}248420$
11	6,97	$\alpha^3 = 2{,}248361$	12	7,30	$\alpha^4 = 2{,}248060$
29	31,30	$\alpha^1 = 2{,}241874$	28	30,97	$\alpha^2 = 2{,}241989$

Wenn man die thermische Variation noch in Rechnung zöge, so

*) Bei höherer Temperatur ward Thalliumlicht bereits so stark absorbirt, dass keine Einstellungen mehr möglich waren

würden die beiden Zahlenreihen fast ident werden. Vergleicht man auch alle übrigen optischen Werthe bei demselben Krystalle in analoger Weise, so findet man, dass die vorhandenen Differenzen, z. B. bei Thallium, theils positiv, theils negativ sind und keinen Gang der Function andeuten. Sie können entweder als Beobachtungsfehler oder als zufällige Störungen bezeichnet werden. Jedenfalls zeigt Krystall I regelmässigen optischen Bau.

Weniger gut ist die Uebereinstimmung der Werthe α^1 α^2 α^3 α^4 an dem Krystall IV von Swoczowicze, welcher (siehe § 3) monosymmetrisch distortirt ist. An diesem Krystalle wurden beispielsweise folgende (uncorrigirte) Beobachtungen gemacht:

Nr.	t^0	$p^1 p^3$	Nr.	t^0	$p^2 p^4$
117	7°,00	$\alpha^3_{Na} = 2{,}248500$	118	7°,08	$\alpha^4_{Na} = 2{,}248806$
119	7,10	$\alpha^1_{Na} = 2{,}248504$			
128	7,00	$\alpha^3_{Tl} = 2{,}278509$	129	7,00	$\alpha^2_{Tl} = 2{,}278880$

Hier tritt die Erscheinung auf, dass die Pyramidencombination $p^2 p^4$ grössere Werthe liefert als das Prisma $p^1 p^3$, wobei der Wechsel der Incidenzfläche ohne Einfluss ist. Diese Differenz beträgt 3 Einheiten der 4. Decimalstelle und kann nicht in thermischen Differenzen oder in einem zufälligen Beobachtungsfehler seinen Grund haben, weil sowohl Natrium als Thallium, die an verschiedenen Tagen beobachtet wurden, gleiche Unterschiede zeigen. Doch hält es schwer, den wahren Grund dieser Erscheinung anzugeben.

Eine zweite wichtige Frage betrifft die Gleichheit der Brechungsexponenten des Schwefels von verschiedenen Localitäten. Da Fundort, Vorkommen und Habitus der Krystalle I von Truskawicze von jenem des Krystalls IV von Swoczowicze verschieden ist, so hätte ein eventueller Einfluss des Fundortes sich in den Werthen der Brechungsexponenten bemerkbar machen können. Es wurde aber beobachtet:

Nr.	t^0	I.	Nr.	t^0	IV.
11	6°,97	$\alpha^1_{Na} = 2{,}248361$	119	7°,10	$\alpha^1_{Na} = 2{,}248503$
			120	7.20	$\alpha^2_{Na} = 2{,}248383$
32	6,70	$\alpha^3_{Tl} = 2{,}278602$	128	7,10	$\alpha^3_{Tl} = 2{,}278509$

Die Uebereinstimmung dieser Zahlen beweist wohl zur Genüge, dass keine wesentlichen Unterschiede in der Fortpflanzungsgeschwindigkeit vorhanden sind. Es wurde deshalb auch das Mittel aller Beobachtungen zum Ausgangspunkte der weiteren Rechnungen gemacht.

§ 12. **Mittlere Werthe der beobachteten Brechungsexponenten.** Zur Erläuterung der nachfolgenden Tabelle mögen einige die Rechnungsmethode betreffende Bemerkungen dienen. Zu einem Mittel ver-

eint wurden nur jene Beobachtungen, bei welchen eine gleiche Orientirung des Lichtstrahls im Prisma vorausgesetzt werden konnte. Deshalb wurden die in den vorhergehenden Tabellen mit * bezeichneten Angaben, welche auf sehr differirendem Incidenzwinkel basiren, vom Mittel ausgeschlossen. Ebenso wurden die Messungen an dem Krystall III, welche bei Minimumstellung gemacht wurden und der Controle durch mindestens eine Incidenzbeobachtung entbehren, nicht in das Mittel einbezogen. Ferner wurde, um α möglichst richtig zu erhalten, die aus der Neigung des Strahles gegen c gerechnete Correction δn berücksichtigt und $\alpha = n + \delta n$ gesetzt. Der Brechungsexponent σ variirt beträchtlich mit dem Incidenzwinkel [$I = 51^0$ oder $I = 52^0$] daher σ und $^0\sigma$ nicht zu einem Mittel vereint wurde.

2. Tabelle. Mittlere Werthe der Brechungsexponenten.

	Zahl der Beob.	t	n	Zahl der Beob.	t'	n'	Zahl der Beob.	t''	n''
αLi	4	6°920	$2,218745^{5}$	2	20°400	$2,215678^{5}$	2	30°475	2,212795
αNa	22	7,799	$2,248403^{1}$	11	20,985	$2,244897^{5}$	7	30,145	$2,242162^{9}$
αTl	12	7,563	$2,278903^{9}$	8	20,699	$2,275266^{0}$	4	29,928	$2,272571^{7}$
μNa	4	8,062	$2,146928^{5}$	2	20,285	2,144069	1	30,45	2,141188
μTl	3	7,690	$2,173689^{7}$	1	20,70	2,170606	1	29,93	2,168207
νLi	3	7,457	$1,987470^{0}$	2	19,725	$1,985329^{0}$	2	30,460	$1,982901^{0}$
νNa	10	6,988	2,007176	9	18,608	$2,005075^{7}$	6	28,813	$2,002903^{7}$
νTl	8	8,381	$2,026741^{7}$	8	20,479	$2,024574^{4}$	4	29,755	$2,022870^{5}$
ϱNa	4	8,538	$2,002251^{8}$	3	20,153	$1,999997^{7}$	1	29,43	1,998264
-		*r = 20° 40′ 47″,76*			*r = 20° 42′ 17″,41*			*r = 20° 43′ 23″,16*	
ϱTl	8	8°326	2,022033	1	20°63	2,019898	1	29°56	2,017955
-		*r = 20° 28′ 6″,00*			*r = 20° 29′ 29″,86*			*r = 20° 30′ 42″,20*	
σNa	1	6°63	1,974049	1	19°55	1,972000			
$^0\sigma Na$	1	6,47	1,974626	1	21,78	1,972144	1	29°60	1,970558
$^0\sigma Tl$	1	6,40	1,994218						

In dieser Tabelle ist auch die Anzahl der Beobachtungen angegeben, welche zu einem Mittel vereint wurden. Dadurch ist eine Controle der Ziffern möglich. Ferner wurde (in Cursiv gedruckt) für den Strahl ϱ der innere Brechungswinkel r angegeben, dessen Werth jedesmal für die oberhalb notirte Temperatur gilt.

§ 13. Das thermische Gefälle Δn der beobachteten Brechungsexponenten. Die im vorhergehenden Paragraphen angegebenen Beobachtungen zeigen, dass die Brechungsexponenten des Schwefels mit zunehmender Temperatur eine sehr beträchtliche Abnahme ihrer Werthe erleiden. Dieses thermische Gefälle lässt sich aus den directen Beobachtungen für die genäherten Mitteltemperaturen $t_m = \frac{1}{2}(8^0 + 20^0)$,

$t_m' = \frac{1}{2}(8 + 30)$, $t_m'' = \frac{1}{2}(20 + 30)$ ableiten. Da jedoch diese thermischen Intervalle $(t' - t)$ sehr klein sind, so treten hier die unvermeidlichen Fehler bei Bestimmung der Temperatur, der Deviation, sowie des Prismenwinkels mit ihrem grösstmöglichsten Effecte auf. Sie rufen weit grössere Störungen im Gefälle als im Brechungsexponenten hervor. Im Mittelwerthe verschwinden wohl auch diese Störungen, aber einen Einblick in den Gang der Zahlen und ein Schätzen der erzielten Genauigkeit der Brechungsexponentenbestimmungen ist nur möglich, wenn jede einzelne Beobachtungsreihe auf ihr specielles Gefälle geprüft wird. Deshalb enthält auch die nachfolgende Liste das Gefälle für jedes einzelne Prisma und jede einzelne Incidenzfläche. Die Art der Ermittelung war folgende. Wenn für eine gleiche Stellung des Prismas und für eine nahe gleiche Temperatur mehrere Beobachtungen vorlagen, dann wurden diese Messungen zu einem Mittel vereint und mit den Beobachtungen, die sich auf andere Temperaturen beziehen, verglichen. So ist beispielsweise in der ersten Zeile der nachfolgenden Tabelle das Gefälle von α_{Li} berechnet aus dem Vergleiche der Beobachtungen Nr. 7, Nr. 5 und $\frac{1}{2}$[Nr. 1 + Nr. 2].

Es ist selbstverständlich, dass das thermische Gefälle Δn der Brechungsexponenten erst im Mittel einer grossen Anzahl von Beobachtungen von den unvermeidlichen Fehlern frei wird. Daher haben auch $\Delta\alpha$ und $\Delta\nu$ die weitaus grössere Präcision gegenüber den anderen Werthen. Leider zwang mich die im Laufe dieser Untersuchung eintretende Schwächung meines Sehorgans die Beobachtungen abzubrechen und sie auf die absolut nothwendigen Fälle zu beschränken.

Für die Rechnung von Δn dient die Formel:

$$n^{t'} = n^t - (t' - t)\Delta n. \qquad (1)$$

3. Tabelle. Thermische Aenderung der Brechungsexponenten für $\Delta t = 1^\circ$C.

Nr. des Prismas	I_f	t	Δn	t'	$\Delta n'$	t''	$\Delta n''$
α Lithium.							
			0,000		0,000		0,000
33	p^1	13°,140	233641	18°,612	260606	25°,925	296621
33	p^2	13,525	232161	18,125	248928	24,950	273804
Mittel		*13°,3325*	*2329010*	*18°,3685*	*2547670*	*25°,4375*	*2852125*

Nr. des Prismas	l_f	t	Δn	t'	$\Delta n'$	t''	$\Delta n''$
		α Natrium.					
			0,000		0,000		0,000
33	p^1	13°155	244487	18°600	268346	25°855	300138
33	p^3	13,660	256502	18,435	260663	25,125	266492
34	p^2	14,960	267799	19,331	266744	26,600	264989
34	p^4	14,970	261020	19,437	271498	26,107	287129
39	p^3	7,980	262277	13,130	255741	17,560	250000
40	p^1	14,760	277622	20,385	266810	25,725	260444
50	p^3	14,305	267821	18,550	268019	24,905	268316
Mittel		*13,3987*	*2625040*	*18°2669*	*2656880*	*24°5539*	*2710726*
		α Thallium.					
33	p^1	13°070	246688	18°615	270901	25°785	302209
33	p^3	13,192	244513	18,200	246870	24,692	249925
34	p^4	15,110	255241	19,675	259527	25,685	265170
39	p^3	7,775	267039	12,700	273564	17,175	279492
40	p^1	14,760	289045	20,385	266576	25,725	245245
50	p^3	13,665	235334	17,715	257396	24,880	293704
Mittel		*12°9287*	*2563100*	*17°8817*	*2624723*	*23°9070*	*2726242*
		μ Natrium.					
54	p^3	14°178	233944	19°256	256410	25°367	283424
		μ Thallium.					
54	p^3	14,195	237025	18,810	246524	25,815	259918
		ν Lithium.					
33	p^1	13,175	162403	18,06	192977	25,135	237256
33	p^3	13,135	181204	18,985	198741	25,050	216923
Mittel		*13°1550*	*1718035*	*18°5225*	*195859*	*25°0925*	*2270895*
		ν Natrium.					
33	p^1	13,175	159223	18,060	187960	25,185	229580
33	p^3	13,600	182258	19,125	193561	25,325	206244
34	p^2	15,302	190443	19,637	200202	26,465	215571
34	p^4	14,820	196086	19,422	198642	25,682	202118
39	p^3	8,608	178723	13,523	174360	17,415	170905
40	p^1	14,350	177890	20,085	192043	25,535	205493
50	p^3	13,765	181771	18,270	196512	24,085	215538
Mittel		*13,3743*	*1809134*	*18,3031*	*1918971*	*24°2346*	*2064927*

Nr. des Prismas	l_f	t	$\varDelta n$	t'	$\varDelta n'$	t''	$\varDelta n''$
	ν Thallium.						
			0,000		0,000		0,000
33	p^1	13°,175	173498	18°,060	192140	25°,135	219140
33	p^3	12,632	180706	19,275	195284	25,507	211387
34	p^4	14,780	180680	19,300	194198	25,333	212035
40	p^1	14,650	166767	20,485	201854	25,435	231649
50	p^3	13,225	176016	17,450	202381	28,725	241538
Mittel		*13°,8824*	*1755336*	*18°,9140*	*1971714*	*25°,0264*	*2231438*
	ϱ Natrium.						
54	p^3	14,345	194068	18,984	190877	24,791	186882
	ϱ Thallium.						
54	p^3	14,478	173521	18,948	192051	25,095	217581
	σ Natrium.						
69	n_1	13,090	158591				
	$^0\sigma$ Natrium.						
69	n_1	14,125	162116	18,035	175875	25,690	202813

Aus diesem Ziffernmateriale erhellt, dass im Allgemeinen die thermische Variation der Brechungsexponenten mit der Temperatur und mit den Werthen der Brechungsexponenten zunimmt. Einzelne Abweichungen von dieser allgemeinen Regel kommen wohl auch in der obigen Tabelle vor, doch dürften sie nur Beobachtungsfehlern zuzuschreiben sein. In diesem Sinne controlirt nun die Rechnung von $\varDelta n$ die directen Beobachtungen.

§ 11. Die Werthe der Brechungsexponenten reducirt auf die Normaltemperaturen 8° C.; 20° C.; 30° C. Die Anordnung der Versuche war so getroffen, dass die Messungen bei solchen Wärmegraden durchgeführt wurden, die den Normaltemperaturen möglichst nahe lagen. Wie die Tabelle 2 unter $t\ t'\ t''$ zeigt, beträgt der mittlere Unterschied gegen die Normaltemperatur kaum 1° C. Tabelle 3 giebt aber das thermische Gefälle für die mittleren Temperaturen t_m 13°, 18°, 25°. Theoretisch genau wäre es, vorerst diese $\varDelta n$ auf die Normaltemperaturen als t_m umzurechnen, ehe man diese Differenzen zur Reduction der Rechnungsexponenten selbst benutzt.

Dies wurde unterlassen und n_i^8 mit $\varDelta n^{13}$; n_i^{20} mit $\varDelta_n^{18}$; n_i^{29} mit $\varDelta_n^{25}$ combinirt. Der durch Unterlassung der Correctur von $\varDelta_n$ auf t_m entstehende Fehler beeinflusst höchstens die sechste Decimalstelle.

4. Tabelle. Die Brechungsexponenten bei den Normaltemperaturen.

n	λ	$t = 8^0$	$t = 20^0$	$t = 30^0$
α	*Li*	$2{,}218502^{97}$	$2{,}215780^{41}$	$2{,}212930^{48}$
-	*Na*	$2{,}248850^{34}$	$2{,}245159^{20}$	$2{,}242202^{48}$
-	*Tl*	$2{,}278794^{80}$	$2{,}275449^{47}$	$2{,}272552^{07}$
μ	*Na*	$2{,}246943^{0}$	$2{,}144142^{00}$	$2{,}144315^{54}$
	r_{Na}	$19^0\ 13'\ 44'',99$	$19^0\ 15'\ 20'',69$	$19^0\ 16'\ 54'',18$
μ	*Tl*	$2{,}173616^{22}$	$2{,}170778^{6}$	$2{,}168188^{8}$
	r_{Tl}	$18^0\ 19'\ 2'',22$	$19^0\ 0'\ 37'',20$	$19^0\ 2'\ 0'',34$
ν	*Li*	$1{,}987376^{71}$	$1{,}985275^{14}$	$1{,}983005^{46}$
-	*Na*	$2{,}006994^{72}$	$2{,}004808^{58}$	$2{,}002658^{59}$
-	*Tl*	$2{,}026808^{58}$	$2{,}024668^{85}$	$2{,}022315^{83}$
ϱ	*Na*	$2{,}002356^{2}$	$2{,}000026^{9}$	$1{,}998157^{5}$
	r_{Na}	$20^0\ 40'\ 43'',61$	$20^0\ 42'\ 16'',25$	$20^0\ 43'\ 27'',20$
ϱ	*Tl*	$2{,}022089^{6}$	$2{,}020019^{0}$	$2{,}017859^{3}$
	r_{Tl}	$20^0\ 28'\ 5'',78$	$20^0\ 29'\ 25'',57$	$20^0\ 30'\ 45'',76$
$\sigma i = 51$	*Na*	$1{,}973831^{73}$	$1{,}971928^{6}$	$1{,}969900$
$^0\sigma i = 52$	*Na*	$1{,}974377^{06}$	$1{,}972457^{06}$	$1{,}970476^{87}$
-	*Tl*	$1{,}993958^{01}$	$1{,}992018^{22}$	$1{,}989985^{09}$

Bei den Brechungsexponenten σ_{Na} und $^0\sigma_{Tl}$ musste das Gefälle Δ_n^{14} und Δ_n^{25} von $^0\sigma_{Na}$ zu Hülfe genommen werden, um annäherungsweise σ_{Na} und $^0\sigma_{Tl}$ für die Normaltemperaturen rechnen zu können. Bei μ und ϱ sind auch die reducirten inneren Brechungswinkel r angegeben. Die siebente und achte Decimalstelle sind durch Rechnung erhaltene Grössen, sie wurden bei den folgenden Rechnungen berücksichtigt.

III. Abschnitt.

Die aus den beobachteten Brechungsexponenten gerechneten optischen Constanten $\mathfrak{a}, \mathfrak{b}, \mathfrak{c}$.

§ 15. Wellenfläche. Die Geschwindigkeit einer Lichtbewegung nach einer intermediären Richtung wird durch

$$\sum_{i=1,2,3} \left[\frac{u_i^2}{\mathfrak{w}^2 - \mathfrak{a}_i^2} \right] = 0 \qquad (2)$$

bestimmt, wenn die Fortpflanzung einer Welle angegeben werden soll. Handelt es sich hingegen um die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Strahlen, so gilt

$$\sum_{i=1,2,3} \left[\frac{\mathfrak{a}_i^2\, U_i^2}{\mathfrak{s}^2 - \mathfrak{a}_i^2} \right] = 0\,. \qquad (3)$$

In diesen Gleichungen bedeuten bekanntlich u_i U_i die Richtungscosinusse; $\mathfrak{w}$ oder $\mathfrak{s}$ die Werthe der Radien.

Die Gleichung (3) entspricht eigentlich der Fresnel'schen Wellenfläche; doch wird diese Fläche vierter Ordnung nach Liebisch's Vorgange wohl jetzt richtiger Strahlenfläche genannt.

Die Fläche (2) ist sechster Ordnung. Sie nennt Billet 1859 surface d'élasticitè à deux nappes, Ketteler 1885 Geschwindigkeitscurve der Wellennormalen, Brill 1883 die häufig als Wellenfläche bezeichnete »Fusspunktfläche«. Am zweckmässigsten wird man auch hier dem Vorgange Liebisch's folgen und diese Fläche Wellenfläche nennen.

Die Wellenfläche (2) wird immer zur Lösung der Aufgabe benutzt, aus n_i die Hauptbrechungsexponenten abzuleiten oder umgekehrt; und aus ihr sind auch abgeleitet die bekannten Formeln von Senarmont, Lang, Liebisch. Die Benutzung von (2) setzt aber voraus, dass die bekannte Gleichung $n \sin r = \sin i$, welche für isophane Körper gilt, auch für anisophane Körper ohne Bedenken angenommen werden kann.

In dem nachfolgenden § wurde vorerst r in dieser allgemein üblichen Weise gedeutet. Doch wurde auch die Annahme, r bedeute die eventuelle Richtung der Strahlen, der Erwägung unterzogen und die Formel der Strahlenfläche (3) den ausführlichen Rechnungen zu Grunde gelegt. Dies ist immer möglich, wenn man für die im Zähler von (3) auftretenden $\mathfrak{a}_i$ die mittelst (2) erhaltenen Zahlen als Annäherungswerthe einsetzt und hierdurch die Unbekannten aus dem Zähler eliminirt. Es ist dies ein Näherungsverfahren, welches wohl schon bei der ersten Rechnung zu erkennen giebt, ob die mittelst der Wellenfläche erhaltenen Werthe beträchtlich von jenen differiren, zu welchen die Strahlenfläche führen würde.

Die Rechnung ergab jedoch, dass $\alpha\ \beta\ \gamma$ bis auf die Einheit der dritten Decimalstelle von beiden Formeln (2), (3) gleich geliefert wird. Doch führen die mittelst der Strahlenfläche (3) erhaltenen Werthe zu einem optischen Axenwinkel, welcher mit den Beobachtungen nicht stimmt. Deshalb wurde auch die Mittheilung dieser weitläufigen Rechnungen, die sich auf die Strahlenfläche bezogen, unterlassen.

§ 16. Rechnungsformeln für β, γ. Die directen Beobachtungen liefern einen Hauptbrechungsexponenten α; dann für den extraordinären Strahl in der Ebene der Elasticitätsaxen $\mathfrak{a}$ $\mathfrak{b}$ den Brechungsexponenten ν, dessen reciproken Werth wir $\mathfrak{n}$ nennen wollen; schliesslich drei intermediäre, durch Incidenz und Flächenlage bestimmte Brechungsexponenten μ, ϱ, σ, für deren reciproken Werth in der allgemeinen Gleichung wir $\mathfrak{w}$ setzen. Bedeuten schliesslich $u_x\ u_y\ u_z$ die Richtungscosinusse für ν, und $v_x\ v_y\ v_z$ die Richtungscosinusse für den Wellenradius $\mathfrak{w}$, so folgt aus (2)

$$\frac{u_x^2}{\mathfrak{n}^2 - \mathfrak{a}^2} + \frac{u_y^2}{\mathfrak{n}^2 - \mathfrak{b}^2} = 0, \tag{4}$$

$$\frac{v_x^2}{\mathfrak{w}^2 - \mathfrak{a}^2} + \frac{v_y^2}{\mathfrak{w}^2 - \mathfrak{b}^2} + \frac{v_z^2}{\mathfrak{w}^2 - \mathfrak{c}^2} = 0, \tag{5}$$

$$\alpha^{-2} = \mathfrak{c}^2; \tag{6}$$

wegen $u_x^2 + u_y^2 = 1$ folgt aus (4) die zur Rechnung brauchbare Formel

$$\mathfrak{a}^2 = \frac{\mathfrak{n}^2 - \mathfrak{b}^2 + \mathfrak{b}^2 u_y^2}{u_y^2} = \frac{\nu^{-2} - \mathfrak{b}^2 \sin^2 bm}{\cos^2 bm}. \tag{7}$$

Letzteres gilt, weil arc cos u_y gleichbedeutend ist mit dem krystallographisch bestimmbaren Normalenwinkel $(010):(110) = bm$. Die brechende Kante jener Prismen, welche ν liefern, ist mit der Kante (001) (110) parallel und daher coincidirt die Fortpflanzungsrichtung mit der Normale auf die Fläche (110).

Die Combination (7) und (5) giebt eine biquadratische Gleichung für $\mathfrak{b}$, wenn man die Substitutionsmethode wählt. Die Partialglieder der Rechnung lauten:

$$\begin{aligned} \mathfrak{C} &\equiv \frac{v_z^2}{\mathfrak{w}^2 - \mathfrak{c}^2} & \mathfrak{F} &\equiv \frac{1}{\mathfrak{C}}(v_y^2 - v_x^2 \operatorname{cotang}^2 bm) \\ \mathfrak{D} &\equiv \frac{\mathfrak{w}^2 \cos^2 bm - \mathfrak{n}^2}{\sin^2 bm} & \mathfrak{G} &\equiv \mathfrak{w}^2 \mathfrak{D} \\ & & \mathfrak{H} &\equiv v_y^2 \mathfrak{D} \\ \mathfrak{E} &\equiv \mathfrak{w}^2 - \mathfrak{D} & \mathfrak{J} &\equiv v_x^2 \mathfrak{w}^2 \operatorname{cotang}^2 bm. \end{aligned} \tag{8}$$

Die biquadratische Gleichung hat dann die Form

$$\mathfrak{b}^4 - \mathfrak{b}^2(\mathfrak{E} + \mathfrak{F}) - \left[\mathfrak{G} + \frac{1}{\mathfrak{C}}(\mathfrak{H} + \mathfrak{J})\right] = 0. \tag{9}$$

Die Auflösung giebt

$$\mathfrak{b}^2 = \tfrac{1}{2}P - R,$$

wenn gesetzt wird

$$\begin{aligned} P &\equiv \mathfrak{E} + \mathfrak{F} \\ Q &\equiv \mathfrak{G} + \frac{1}{\mathfrak{C}}(\mathfrak{H} + \mathfrak{J}) \\ R^2 &\equiv \tfrac{1}{4}P^2 + Q. \end{aligned} \tag{10}$$

Die Angabe dieser einfachen Formeln erfolgt hier explicite, weil es dadurch möglich wird, bei Angabe der Rechnungsresultate den Eingang der Zahlenreihen typographisch compress zu gestalten.

Ist $\mathfrak{b}^2$ mittelst (9) gerechnet, dann kann die letzte Unbekannte $\mathfrak{a}^2 = \gamma^{-2}$ mittelst

$$\frac{1}{v_x^2}\left[\mathfrak{C} + \frac{v_y^2}{\mathfrak{w}^2 - \mathfrak{b}^2}\right] \equiv \frac{1}{v_x^2}\left[\mathfrak{C} + \mathfrak{K}\right] \equiv \mathfrak{L} = \frac{1}{\mathfrak{a}^2 - \mathfrak{w}^2} \qquad (11)$$

erhalten werden. Die symbolische Bedeutung der Buchstaben $\mathfrak{K}$, $\mathfrak{L}$ ist wohl klar. Zur Controle dient schliesslich

$$\mathfrak{n}^2 = \mathfrak{b}^2 u_x^2 + \mathfrak{a}^2 u_y^2 \equiv \mathfrak{B} + \mathfrak{A}, \qquad (12)$$

indem die berechnete Grösse $\mathfrak{n}^2$ mit dem beobachteten Werthe ν^{-2} ident sein muss. Die nachfolgenden Rechnungen zeigen, dass diese Bedingung auch thatsächlich erfüllt worden ist.

Die Werthe $u_i v_i$ obiger Gleichungen (4)—(12) sind vom Incidenzwinkel, dem inneren Brechungswinkel, sowie von der krystallographischen Orientirung des Prismas abhängig. Ich habe diese Winkel v_i direct aus diesen gegebenen Daten berechnet, mit Zuhülfenahme der sphärischen Projection der Krystallflächen. Die zwei krystallographisch orientirten Flächen jedes optischen Prismas bestimmen nämlich durch ihre Normalenpunkte einen grössten Kreis der sphärischen Projection, welcher der Einfallsebene entspricht. Wegen $n \sin r = \sin i$ ist der innere Brechungswinkel r bezogen auf eine Prismenfläche bekannt und er kann — ähnlich wie ein Krystallwinkel — in den Zonenkreis der Prismenflächen eingetragen werden. Ist hierdurch der Punkt R in der Projection bekannt, so folgen aus den krystallographischen Daten die Winkel XR, YR, ZR, und diese sind die gesuchten $\arccos v_i$.

Wegen der richtigen Construction der durch die Gleichung (5) repräsentirten Curve ist es wünschenswerth, dass der durch den intermediären Radius $\mathfrak{w}$ bestimmte Ort der Curve zwischen den unbekannten Werthen $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{b}$ liegt. Die Beobachtungen liefern in unserem Falle zwei dieser Bedingung entsprechende Brechungsexponenten ϱ, σ. Es wurden deshalb auch durch Rechnung zwei Systeme dieser Hauptbrechungsexponenten erhalten; $^*\mathfrak{a}\,^*\mathfrak{b}$ als Functionen von ϱ und $\mathfrak{a}\,\mathfrak{b}$ als Functionen von σ. Letztere erwiesen sich als die genaueren Werthe.

§ 17. Die Werthe $^*\beta\,^*\gamma$ abgeleitet aus α, ν, ϱ. Die Flächencombination (s. früher) $p^1 p^3$ liefert die Werthe α, ν, hingegen die Combination $s^1 p_3$ mit p_3 als Incidenzfläche den Brechungsexponenten ϱ. Für letzteren fällt somit die Einfallsebene mit der krystallographischen Zone $s^1 p^1 p_1 p_3$ zusammen. In dieser Zone wird die Fortpflanzungsrichtung bestimmt durch den inneren Brechungswinkel r (vergl. Tabelle 4). Letzterer bestimmt einen Punkt R in der Zone, dessen Distanz von dem Normalpunkte $c(001) = \measuredangle v_z = ZR = cp - pR = cp - r$ ist. Aus der sphärischen Projection folgt weiter $v_x = \sin ZR \cos am$; $v_y = \sin ZR \cos bm$. Da alle krystallographischen Werthe mit der Temperatur variiren, so muss die Rechnung für jede Normaltemperatur separat durchgeführt werden.

5. Tabelle. Einige Rechnungsdaten für $^*\beta^*\gamma$.

	Natrium			Thallium		
	8°	20°	30°	8°	20°	30°
ν^{-2}	0,2482604	0,2488021	0,2493867	0,2434303	0,2439451	0,2445130
ϱ^{-2}	0,2494120	0,2499933	0,2504618	0,2445678	0,2450693	0,2455943
$\measuredangle r$	20° 40′ 43″,61	20° 42′ 16″,23	20° 43′ 27″,20	20° 28′ 3″,78	20° 29′ 25″,57	20° 30′ 45″,76
bm	50 51 19,23	50 51 35,87	50 51 50,29	50 51 19,23	50 51 35,87	50 51 50,29
$\measuredangle \mathfrak{r}_x$	52 56 5,13	52 57 16,27	52 58 11,72	52 48 21,05	52 49 25,32	52 50 26,15
$\measuredangle \mathfrak{r}_y$	60 37 11,66	60 38 28,82	60 39 21,70	60 31 25,87	60 32 32,95	60 33 34,88
$\measuredangle \mathfrak{r}_z$	51 0 2,07	50 57 49,04	50 56 4,02	51 12 41,90	51 10 39,70	51 8 45,46
$\mathfrak{E}$	7,6763930	7,6858660	7,7038179	7,5472560	7,5678017	7,5735260
P	0,4969093	0,4980065	0,4990533	0,4872448	0,4882697	0,4893914
$-Q$	0,06166877	0,06193971	0,06220441	0,05929049	0,05954124	0,05981786
$\mathfrak{b}^2$	0,2406488	0,2410728	0,2418350	0,2357754	0,2363502	0,2370714
β	*2,038488*	*2,036696*	*2,033482*	*2,059447*	*2,056942*	*2,053811*
$\mathfrak{K}$	27,46593	26,94657	27,88935	27,53790	27,73745	28,34582
$\mathfrak{L}^{-1}$	0,0103873	0,0104799	0,0102041	0,0104159	0,0103424	0,0101577
$\mathfrak{a}^2$	0,2597493	0,2604732	0,2606654	0,2549837	0,2554117	0,2557520
γ	*1,962108*	*1,959379*	*1,958657*	*1,980358*	*1,978698*	*1,977382*

§ 18. Rechnung von β, γ aus α, ν, σ. Die Thatsache, dass ϱ sich nur wenig von β unterscheidet, ist von nachtheiligem Einflusse auf die Präcision der eben gewonnenen Zahlen für $^*\beta$ $^*\gamma$. Grössere Genauigkeit lässt sich erwarten bei Benutzung des Strahles σ, welcher der Bedingung $\beta > \sigma > \gamma$ besser entspricht.

Der Brechungsexponent σ ist erhalten mittelst der Flächencombination $p_3 n^1$, wobei n^1 die Incidenzfläche bildet. p_3 ist parallel zu p^1; daher die Einfallsebene in der Zone $p_3 n^1 p^1 a$ oder kürzer gesagt in der Zone [(100) (011)] liegt. Diese Zone bildet mit der Axenebene ZY einen rechten Winkel. Der bekannte innere Brechungswinkel r lässt sich von n^1 aus in der Zone auftragen und bestimmt den Punkt R in der Projection. Aus letzterer erhellt dann, dass $XR = 90^0 - r = \measuredangle v_x$; ferner $v_y = \cos bn \cos r$; $v_z = \cos cn \cos r$ ist.

Im vorliegenden Falle sind die wegen der ungleichen Incidenz verschiedenen Werthe σ, $^0\sigma$ zu berücksichtigen. Es wurde von einer vorhergehenden Reduction auf die Normaltemperaturen abgesehen und die Rechnung für die Beobachtungstemperaturen durchgeführt. α und ν wurden mittelst des bekannten Gefälles (Tabelle 3) auf die Beobachtungstemperatur von σ $^0\sigma$ reducirt.

(Siehe Tabelle 6 auf S. 144.)

Aus den letzten zwei Zeilen erhellt, dass die Genauigkeit, welche für β und γ erreicht wurde, ungefähr von demselben Grade ist, wie die directen Beobachtungen selbst. Vergleicht man, um die relative Präcision der Temperatur- und Spectralbeobachtungen zu controliren: $\beta_{Na}^{6,47}$ $\beta_{Na}^{6,63}$ und ebenso $\gamma_{Na}^{6,47}$ $\gamma_{Na}^{6,63}$, so zeigt die Tabelle die grösstmögliche Uebereinstimmung der Zahlen, trotzdem die Ableitung auf verschiedene Strahlen σ und $^0\sigma$ basirt ist.

§ 19. Ableitung der Hauptbrechungsexponenten β, γ, für die Normaltemperaturen 8°, 20°, 30°. Das thermische Gefälle von β, γ. Wenn man das Mittel der Werthe für $t = 6{,}^\circ 47$ und $6{,}^\circ 63$, sowie von $t = 19{,}^\circ 55$ und $21{,}^\circ 70$ zur Rechnung benutzt, so liefert Tabelle 6 folgendes Schema des thermischen Gefälles Δn für β_{Na} und γ_{Na}:

		$t_m = 13{,}^\circ 607$	$t_m = 18{,}^\circ 075$	$t_m = 25{,}^\circ 132$
β_{Na}	$-\Delta n_{Na} =$	0,000203294	0,000216204	0,000236598
γ_{Na}	- $=$	0,000155331	0,000169913	0,000192949

Bei Thalliumbeleuchtung waren genaue Beobachtungen nur bei niedriger Temperatur möglich. Es fehlt daher für Tl das direct ermittelte thermische Gefälle. Doch gestattet das für Na und Tl ziemlich symmetrische Verhalten aller übrigen Strahlen hier eine indirecte Methode anzuwenden. Zur Reduction von $t = 6{,}^\circ 40$ auf $t = 8$ kann $\Delta n_{Na}^{13^\circ 6}$ benutzt werden. Die übrigen Werthe für $t = 20^0$ und $t = 30^0$ erhält man durch Addition der Differenzen $(\beta_{Tl}^8 - \beta_{Na})$ oder $(\gamma_{Tl}^8 - \gamma_{Na}^8)$ zu den Werthen β_{Na}^{20} β_{Na}^{30} γ_{Na}^{20} γ_{Na}^{30}.

6. Tabelle. Rechnungsresultate für β, γ. [Zu Seite 143.]

	Natrium.					Thallium.
t^0 C.	6°,47	6°,68	19°,55	21°,78	29°,60	6°,40
J	52°32′ 0″,0	51°10′ 25″,0	51° 9′ 35″,0	52°38′ 40″,0	52°34′ 55″,0	52°32′ 0″,0
bm	50 51 17,52	50 51 17,70	50 51 35,87	50 51 37,85	50 51 49,70	50 51 17,45
cn	62 19 27,88	62 19 26,59	62 18 17,91	62 18 6,98	62 17 23,67	62 19 27,73
$\mathfrak{n}^2$	0,24820283	0,24821001	0,24879145	0,24889769	0,24932747	0,24384857
$\mathfrak{c}^2$	0,19776934	0,19777672	0,19837676	0,19848143	0,19885378	0,19258950
σ^{-2}	0,25646633	0,25661630	0,25714982	0,25711222	0,25752629	0,25145183
r	23°42′ 1″,22	23°14′ 37″,94	23°15′ 52″,67	23°44′ 28″,87	23°45′ 6″,49	23°27′ 12″,52
v_y	35 48 57,76	35 32 24,58	35 33 59,80	35 31 26,05	35 52 20,40	35 39 58,60
v_z	64 49 50,62	64 44 13,90	64 48 27,30	64 49 9,06	64 48 38,10	64 46 48,50
$\mathfrak{E}$	3,084503	3,095423	3,101895	3,087629	3,087408	3,084404
$\mathfrak{G}$	0,49919399	0,49925652	0,50040580	0,50056935	0,50142483	0,48943184
$\mathfrak{F}$	0,1786495	0,1805668	0,1800041	0,1779749	0,1778862	0,1799636
$\frac{1}{2}P^2$	0,1148679	0,1155397	0,1157392	0,1151056	0,1153658	0,1120224
$-\mathfrak{G}$	0,06225147	0,06226548	0,06235810	0,06259580	0,06281027	0,05984037
$-\mathfrak{H}$	0,1596077	0,1606573	0,1609583	0,1599212	0,1601502	0,1570754
$\mathfrak{J}$	0,0274546	0,0264808	0,0265714	0,0276025	0,0276634	0,0263946
$-Q$	0,1051874	0,1056122	0,1058772	0,1054503	0,1057224	0,1022096
R	0,0986433	0,0996868	0,0993076	0,0982614	0,0982008	0,0990596
$\mathfrak{b}^2$	0,2402784	0,2402746	0,2408971	0,2410107	0,2414547	0,2356378
β	*2,040058*	*2,040075*	*2,037437*	*2,036957*	*2,035083*	*2,060049*
$\mathfrak{K}$	40,620898	40,517280	40,712271	40,795972	40,856308	41,737529
$\mathfrak{L}^{-1}$	0,0036970	0,0035711	0,0035607	0,0036937	0,0036917	0,0035342
$\mathfrak{a}^2$	0,2601638	0,2601874	0,2607105	0,2608059	0,2612180	0,2549860
γ	*1,960546*	*1,960455*	*1,958487*	*1,958129*	*1,956584*	*1,980350*
	Controle					
$\mathfrak{B}$	0,1445219	0,1445198	0,1449144	0,1449857	0,1452663	0,1447306
$\mathfrak{A}$	0,1036811	0,1036905	0,1038771	0,1039120	0,1040615	0,1046179
ger. ν	*2,007227*	*2,007198*	*2,004852*	*2,004424*	*2,002694*	*2,027149*
beob. ν	2,0072277	2,0071988	2,0048317	2,0044238	2,0026954	2,0271485

Doch können die so gewonnenen Zahlen von β^{20}_{Tl} β^{30}_{Tl} γ^{20}_{Tl} γ^{30}_{Tl} nur als Annäherungswerthe gelten.

7. Tabelle. Die Hauptbrechungsexponenten β, γ für die Normaltemperaturen *).

		$t = 8$	$t = 20$	$t = 30$
β	*Na*	2,0397717	2,0373408	2,0349884
	Tl	2,0597237	2,0572928	2,0549404
γ	*Na*	1,9602753	1,9584210	1,9565068
	Tl	1,8901015	1,9782472	1,9763330

Die hier verzeichneten Werthe unterscheiden sich von jenen der Tabelle 5 durchschnittlich um drei Einheiten in der vierten Decimalstelle. Diese Differenz ist so gross, dass sie auf die Auswerthung der Axenwinkel einen Einfluss nimmt. Zur Elimination der etwa vorhandenen Fehler müssten daher verschiedene Controlversuche angestellt werden.

IV. Abschnitt.

Axenwinkel, Cassini'sche Curven und conische Refraction. Definitive optische Constanten.

§ 20. Gerechneter Winkel der optischen Axen. Hülfsconstanten. Die Genauigkeit der Brechungsexponenten wird bekanntlich am schärfsten controlirt durch den Vergleich des beobachteten und gerechneten Axenwinkels. Wegen des hohen mittleren Brechungsexponenten ist die Messung des Axenwinkels nur in Glas möglich mittelst des Schneider-Adam's Axenwinkel-Apparates, oder mit dem gewöhnlichen Apparate in Oel. Für beides sind daher neue Constanten, die Brechungsexponenten ε des Linsenglases oder die von Oel δ, nothwendig. Leider wird durch die Einführung neuer Hülfsconstanten die Präcision des Resultates wesentlich beeinflusst.

Ich benutzte pharmaceutisch reines Mandelöl und bestimmte mittelst eines Steinheil'schen Hohlprismas, dessen brechender Winkel $A = 59^0\,57'\,56''$ war bei $t^0 = 16{,}^014$ C., die Deviation D bei Minimumstellung:

$$D_{Li} = 34^0\,41'\,30'' \qquad D_{Na} = 34^0\,57'\,22'' \qquad D_{Tl} = 35^0\,13'\,5'',$$

woraus folgt

$$\delta_{Li} = 1{,}474272 \qquad \delta_{Na} = 1{,}474399 \qquad \delta_{Tl} = 1{,}477487.$$

Quincke hat nach der Formel $\delta^t = \delta^0(1 + \nabla t)$ das thermische Gefälle der Brechungsexponenten von Mandelöl aus Olds' Beobachtungen ab-

*) α^8, α^{20}, α^{30} siehe Tabelle 4.

geleitet und für ∇ den Werth — 0,002463 angegeben*). Diese Zahl ermöglicht von $\delta^{16°,14}$ zu δ^8, δ^{20}, δ^{30} überzugehen.

Die Brechungsexponenten des von mir benutzten Mandelöles sind daher

t	δ_{Li}	δ_{Na}	δ_{Tl}
0°,0	1,477144	1,480204	1,483384
8,0	1,474284	1,477367	1,480460
20,0	1,469868	1,472992	1,476076
23,49	—	1,471720	—
23,51	—	—	1,474793
30,0	1,466230	1,469346	1,472422

Das hier benutzte Mandelöl hat einen grösseren Brechungsexponenten (+ 0,002) und grössere Dispersion (+ 0,0002), als das von Olds untersuchte Oel. Diese Thatsache muss durch die Verschiedenheit der mercantilen Waare hervorgerufen sein. Sie hat keinen Einfluss auf das Endresultat, indem jedes beliebige aber optisch bestimmte Oel dieselben Dienste leistet.

Herr Mechaniker Schneider lieferte seinerzeit an mein Institut zugleich mit seinem Axenwinkelapparate ein Glasprisma, welches aus der Glassorte der Kugellinse geschliffen sein soll. Dessen Prismenwinkel ist $A = 60^0\,0'\,40''$. Da die thermischen Aenderungen vom Flintglase innerhalb $\Delta t = \pm 15^0$ nur die letzten Decimalen beeinflussen, so genügt es, die Bestimmung des Brechungsexponenten ε dieser Glassorte bei einer mittleren Temperatur vorzunehmen. Ich fand bei einer Minimumstellung von Natrium die Deviationen

$$D_{Li} = 39^0\,27'\,40'' \qquad D_{Na} = 39^0\,44'\,10'' \qquad D_{Tl} = 39^0\,39'\,20'',$$

woraus

$$\varepsilon_{Li} = 1{,}525896 \qquad \varepsilon_{Na} = 1{,}528993 \qquad \varepsilon_{Tl} = 1{,}531832.$$

Hierdurch sind die Constanten bekannt, deren man bedarf, um aus dem inneren gerechneten Axenwinkel VV den scheinbaren Axenwinkel in Oel HH oder in Glas GG zu rechnen. Des Vergleiches wegen ist auch der Winkel SS der secundären optischen Axen für Strahlen angegeben.

8. Tabelle. Axenwinkel, gerechnet aus α und $\beta\gamma$ der Tabelle 7.

	t	VV	GG	HH	SS
Na	8	68° 44′ 8″,0	97° 42′ 58″	102° 24′ 40″	61° 36′ 44″
	20	68 37 2,0	97 22 2	102 27 12	61 31 37
	30	68 32 7,0	97 4 34	102 29 14	61 27 51
Tl	8	67 36 17,5	96 50 37	101 25 50	60 22 38
	20	67 30 8,0	96 31 8	101 29 34	60 18 26
	30	67 24 33,0	96 13 0	101 30 34	60 14 6

*) Wiedemann's Ann. 1880, **10**, 542.

An diese Tabelle sei gleich die Bemerkung geknüpft, dass alle Werthe HH nur um 12' erhöht würden, wenn bei der Rechnung statt des ermittelten ε die von Olds angegebenen Brechungsexponenten des Mandelöls wären benutzt worden. Im Uebrigen entnimmt man der Tabelle, dass die grosse thermische Variation des Mandelöles der Dispersion des Axenwinkels entgegen wirkt und innerhalb der Temperaturen 8 bis 30 selbst dem Sinne nach ändert. Uebrigens ist die Differenz $HH^{30} - HH^{8}$ nur 5' und fällt daher weit innerhalb der zulässigen Fehlergrenzen. Etwas günstiger stellt sich das Resultat für die Beobachtungen in Glas, obgleich auch hier die thermische Variation des Axenwinkels nur $\frac{1}{4}$ Grad beträgt.

§ 21. Beobachteter Axenwinkel. Da durch das Einkitten von Axenplatten neue Fehlerquellen geschaffen werden, so wurden die optischen Axenwinkel an uneingekitteten Platten beobachtet. Die bekannte Firma Dr. Steeg in Homburg lieferte geeignete Platten, von denen I im Oelgefässe, II in Glas (Schneider'scher Axenwinkelapparat) gemessen wurde. Dr. Steeg begleitete seine Sendung mit einigen Worten, welche auf den Gegenstand Bezug nehmen und von Interesse wegen der Conservirung der Politur sind: »Beide Platten sind aus natürlichem Schwefel von Sicilien. Die grössere Platte genau senkrecht zur Mittellinie ist (behufs Versendung) in Mohnöl in eine Zelle eingelegt. Die Platte war vor diesem Einlegen sehr schön und durchsichtig polirt, trotzdem ist die Politur in Mohnöl trübe geworden. Auch in Canadabalsam werden sie nach kurzer Zeit trübe. Lässt man sie nach dem Poliren offen liegen, so werden sie auch trübe. Erst bei einer Dicke von $\frac{1}{2}$ mm werden die Lemniscaten in homogenem Lichte sichtbar.«

Die geschliffenen Platten waren noch von Pyramidenflächen begrenzt, doch letztere sehr corrodirt. Die Ermittelung der Lage der Plattennormale war deshalb nicht auf goniometrischen Wege möglich. Mit Zuhülfenahme der Gauss'schen Einstellungsmethode ergab sich im Axenwinkelapparate für die Platte I, dass der Fehler höchstens $\frac{1}{4}^0$ betragen kann. Die Platte II hatte einen etwas grösseren Fehler von ungefähr $\frac{1}{2}^0$ und zwar in dem Sinne, dass man die Plattenebene etwa mit dem Naumann'schen Symbol $\frac{1}{100}P$ bezeichnen könnte. Die im Nachfolgenden angegebenen Zahlen sind jedesmal die Mittel grösserer Serien von Beobachtungen. Für jede Serie wurde die Platteneinstellung erneut geprüft.

Platte I, 0,9 mm circa dick. Messungen in Oel. Im Sonnenlichte ist der Charakter der Dispersion erkennbar, denn die Hyperbeln sind sehr schwach grünlich und röthlichgelb gesäumt. $HH_{\varrho} < HH_{v}$. Die Hyperbeln sind übrigens sehr breit und verwaschen, und werden erst in jenem Theile des Gesichtsfeldes sichtbar, der sehr lichtschwach ist wegen der Absorption durch die schiefgestellte — also für den Lichtstrahl dickere — Platte. Lithium gab kein Resultat.

	t	HH_{Na}	t	HH_{Tl}
	23°,56	103°28′	23°,12	104°22′
	22,89	103 38	22,97	104 23
	24,03	103 31	24,43	104 7
Mittel	23,49	103°32′ 20″	23,51	104°17′ 20″
	reducirt	$VV^{23}_{Na} = 69°10'34''$		$VV^{23}_{Tl} = 68°56'25''$

Dieser reducirte Werth VV stimmt im Betrage der Dispersion mit dem theoretischen Werthe nicht vollkommen überein. Die Hauptbrechungsexponenten $\beta_{Tl}\ \gamma_{Tl}$ sind daher zu corrigiren.

Platte II, circa 0,6 mm dick. Die Messungen wurden im Schneiderschen Axenwinkelapparate durchgeführt, doch ward bei der Reduction des scheinbaren Axenwinkels auf den wahren die geringe Abweichung der Plattennormale nicht berücksichtigt.

t	GG_{Na}	t'	GG_{Na}'	t'	GG_{Tl}'
8°,50	98°,5	21°,5	97°46′ 30″	20°,7	98°18′
		19,0	52 0	19,0	12
		19,2	59 0	20,6	2
		20,4	52 0	20,1	22
Mittel		20°,05	97°52′ 22″	20°,1	98°15′ 15″
reducirt VV^{8}_{Na} 68°57′ 31″		VV^{20}_{Na} 68°55′ 24″		$VV^{20}_{Tl} = 68°29'39''$	

Die Beobachtungen*) für Natriumlicht stimmen mit den theoretischen Zahlen von VV sowohl im absoluten Werthe, als auch im Sinne der thermischen Variation. Nur für Thallium zeigen sich Differenzen, welche eine Correctur der Hauptbrechungsexponenten $\beta\ \gamma$ verlangen.

§ 22. Erste Correctur von β_{Tl}, γ_{Tl}. Die in § 19 vor Tabelle 7 gemachte Bemerkung erklärt zur Genüge, warum die theoretischen Axen-

---

*) Des Cloizeaux hat die Resultate seiner Beobachtungen an zwei Axenplatten °I °II in seinen bekannten Nouv. Rech. veröffentlicht. Benutzt man die von Des Cloizeaux selbst angegebenen Reductionsdaten $^0\delta$ für Oel, $^0\beta$ mittlerer Brechungsexponent, so erhält man folgendes Schema seiner Beobachtungen.

		Rouge:	Jaune (Soude):	Bleu:
	$^0\beta$	2,029	2,043	2,082
	$^0\delta$	1,466	1,468	1,478
°I	HH	103°18′	104°12′	106°16′
-	VV	69° 1′ 52″	69° 4′ 56″	69° 12′ 48″
°II	HH	103 36	104 9	105 36
-	VV	69 11 38	69 3 30	68 52 2

Im mittleren Werthe sind Des Cloizeaux' Angaben mit den oben angeführten Werthen gleich. Eigenthümlicher Weise zeigen jedoch die Platten °I und °II verschiedene Dispersion des wahren Axenwinkels. Es ist dies jedenfalls ein Beweis für eine sehr geringe Dispersion von VV.

winkel für Thalliumlicht weniger gut als jene von Natrium mit den Beobachtungen stimmen. Da α und ν aus einer grossen Anzahl von Messungen abgeleitet sind, daher grosse Präcision haben, so muss eine eventuelle Verbesserung von $\beta\gamma$ so vorgenommen werden, dass weder α, noch ν dadurch geändert wird und doch der Axenwinkel um den nöthigen Betrag verändert wird.

Mit Rücksicht auf die beobachteten Daten des Axenwinkels wurde als Correction von β im Mittel eine Einheit der dritten Decimalstelle als richtig erachtet. Bezeichnet ${}^c\beta$ diese corrigirten Werthe, so gilt folgendes Schema (vergl. Tabelle 4):

$$ {}^c\beta^8_{Tl} = \beta^8_{Tl} + 0{,}001 \qquad {}^c\beta^{20}_{Tl} = \beta^{20}_{Tl} + 0{,}001 \qquad {}^c\beta^{30}_{Tl} = \beta^{30}_{Tl} + 0{,}0008; \quad (13) $$

hieraus und mittelst ν wurde nach Formel (12) die entsprechende Correction gerechnet zu

$$ {}^c\gamma^8_{Tl} = \gamma^8_{Tl} - 0{,}001452 \qquad {}^c\gamma^{20}_{Tl} = \gamma^{20}_{Tl} - 0{,}001361 \qquad {}^c\gamma^{30}_{Tl} = \gamma^{30}_{Tl} - 0{,}001542. $$

Bei Annahme dieser Werthe stimmen die neuerdings gerechneten ${}^cVV$, ${}^cHH$, ${}^cGG$ mit den Beobachtungen im Sinne und in der Grösse der Dispersion überein. Dem absoluten Werthe nach verbleibt noch immer eine Differenz von einem Grade, um welchen der in Oel beobachtete Axenwinkel sowohl für Natrium als für Thallium grösser ist als der gerechnete HH. Diese Thatsache deutet an, dass β und γ noch in der halben Einheit der dritten Decimalstelle zu corrigiren sind.

§ 23. Schwefelkugel. Wahrer optischer Axenwinkel in Luft. Conische Refraction. Wählt man für das Präparat die Kugelform, so treten selbst bei dem stark brechenden Schwefel in der Richtung der optischen Axen die Strahlen in Luft aus. Ich wählte deshalb auch die sphärische Form des Präparates, um den Axenwinkel, frei von den Reductionsconstanten für Glas und Oel, in Luft direct messen zu können. Ich ersuchte die bekannte Firma Dr. Steeg, mir eine Kugel aus einem grossen Schwefelkrystalle von Truskawicze zu schleifen, und mit dankenswerther Sorgfalt wurde eine genaue Kugel von 15 mm Durchmesser geliefert.

Aus der Construction der Wellen- und Strahlenfläche erkennt man, dass die Schwefelkugel zu den Phänomenen der inneren und äusseren conischen Refraction Veranlassung geben muss. Convergent einfallendes Licht wird im Innern der Kugel einen ungebrochenen Strahl hervorrufen, wenn die Richtung so gewählt ist, dass letztere mit einer der Strahlenaxen ($SS = 61°$) zusammenfällt. Beim Austritt erfolgt dann die Zerlegung dieses Strahles in das Büschel der äusseren conischen Refraction. Fällt hingegen paralleles Licht in der Richtung einer Wellenaxe ($VV = 69$) auf die Kugel, so erfolgt im Innern der Substanz Doppelbrechung. Die austretenden Strahlen vereinigen sich hingegen zu dem bekannten hohlen Strahlencylin-

der, der dem Vorhandensein der inneren conischen Refraction sein Dasein verdankt und welcher in der Richtung der Wellenaxe V austritt. Der Ort einer Wellenaxe wird daher im nicht polarisirten Lichte durch den Ort der inneren conischen Refraction bestimmt sein. Da die Fernrohre des Goniometers paralleles Licht liefern, ferner die Kugel frei beweglich und drehbar auf dem Goniometertische einstellbar ist, so ist eine derartige Justirung des Präparates möglich, dass die Wellennormale mit der Sehrichtung zusammenfällt und beim Austritt des Strahles keine Ablenkung desselben von seiner Richtung erfolgt. Das Phänomen der conischen Refraction ist daher messbar. Durch den am Goniometer ablesbaren Winkel KK' zwischen den Richtungen der beiden Strahlencylinder, die aus der inneren conischen Refraction hervorgehen, ist zugleich der wahre optische Axenwinkel VV gegeben. Theoretisch ist

$$KK' = VV. \qquad (14)$$

Die praktische Ausführung der Methode, welche ich an einem anderen Orte ausführlich schilderte, ergab jedoch nicht mit der gewünschten Präcision den gesuchten Winkel*). Ich erwähne hier nur die wichtigsten Resultate.

Die Beobachtungen ergeben deshalb nur Annäherungswerthe, weil kein Merkmal vorhanden ist, um die Hauptphase der conischen Refraction einstellen zu können. Der theoretische Werth des Winkels einer Wellenaxe zur Bisectrix beträgt $34\frac{2}{3}^0$, also soll auch $K\underset{+}{c} = 34\frac{2}{3}^0$ sein. Der Ring der conischen Refraction wird jedoch bereits sichtbar bei $K\underset{+}{c} = 29^0$ und verschwindet erst bei $K\underset{+}{c} = 43^0$ und innerhalb dieses beträchtlichen Intervalles ändert eine Drehung der Kugel nur unbedeutend den Aspect des durch die conische Refraction gebildeten Lichtringes. Zahlreiche Einstellungen auf die mittlere Phase**) des Lichtringes ergaben:

$$t = 20^0—22^0 \qquad KK_{Na} = 76^0\,18'$$
$$KK_{Tl} = 76\;\;14$$

Diese Zahlen entsprechen in ihrem relativen Werthe der gerechneten Dispersion $VV_\varrho > VV_v$. Nach der absoluten Grösse ist $KK' > VV$, doch würde dieser Unterschied verschwinden, wäre eine andere Phase des Lichtringes zur Messung benutzt worden.

Die genaue Kenntniss des wahren optischen Axenwinkels wurde deshalb auf diesem Wege nicht erreicht.

Genauer als der Winkel KK' lässt sich die Grösse der inneren conischen

---

*) Autor: Ueber die Verwendung einer Schwefelkugel zur Demonstration singulärer Schnitte an der Strahlenfläche. Wiedemann's Ann. 1889, **37**, 127.

**) Zur Messung wurde ungefähr die mittlere Phase benutzt, vom Anfange und Ende der Erscheinung möglichst gleich entfernt.

Refraction φ_i ermitteln. Zu diesem Zwecke ist es nur nöthig, die angulare Distanz der zwei Lichtringe ^1K und ^2K einmal an den inneren Rändern (also $^1K_\varepsilon {}^2K_\varepsilon$), das zweite Mal am Aussenrande (also $^1K_\omega {}^2K_\omega$) zu messen. Es ist nämlich

$$2\varphi_i = {}^1K_\omega {}^2K_\omega - {}^1K_\varepsilon {}^2K_\varepsilon.$$

Die Beobachtung ergab bei Natriumlicht und einer mittleren Temperatur $t = 19^\circ\!,8$ C.:

$$K_\omega K_\omega = 70^\circ 25' \qquad K_\varepsilon K_\varepsilon = 56^\circ 41' \qquad \varphi_i^{Na} = 6^\circ 52'.$$

Diese Zahl φ_i stimmt in befriedigender Weise mit den gerechneten Werthen (vergl. später) und lässt erkennen, dass die dritten Decimalstellen der Hauptbrechungsexponenten genau sind.

§ 24. Isochromate Curven. Cassinoiden. Eine dritte Methode zur Prüfung der Genauigkeit der Hauptbrechungsexponenten basirt auf den Beobachtungen der isochromaten Cassini'schen Curven*), welche im Gesichtsfelde einer Axenplatte erscheinen. Von Neumann's Interferenzformeln ausgehend gelangt Müttrich**) nach Vernachlässigung der Grössen zweiter Ordnung zur Formel

$$\pm n = \frac{d(\mathfrak{a}^2 - \mathfrak{c}^2)}{2\lambda\,\mathfrak{b}^3} \cdot \frac{\sin u \sin v}{\cos \varphi} \tag{15}$$

für den Numerus n der jeweiligen Cassini'schen Curve, wobei die einer Axe nächstliegende Curve den Numerus 1 hat. Die Formel gilt für die Schnittpunkte der isochromaten Curven mit der Axenebene, und die Buchstaben φ, u, v bedeuten der Reihe nach die angularen Distanzen (im Innern der Platte) dieser Schnittpunkte von der Bisectrix und den rechts und links liegenden optischen Axen. d bedeutet die Dicke der Axenplatte. Müttrich hat bei der Ableitung seiner Formel gewisse Vereinfachungen vorgenommen; z. B. $\varphi_1 = \varphi_2$ gesetzt, was bei Körpern von geringer Doppelbrechung jedenfalls zulässig ist. Bei Schwefel ist eine solche Vereinfachung wegen dessen starker Doppelbrechung bedenklich und ruft sicher einen kleinen Fehler im Resultate hervor.

Der Anwendung der obigen Formel (15) steht jedoch in unserem Falle ein eigenthümliches Hinderniss im Wege. Die Gleichung (15) lässt sich wohl umstellen, sodass die Brechungsexponenten

$$\frac{\mathfrak{a}^2 - \mathfrak{c}^2}{\mathfrak{b}^3} = f(n, d, u, v, \varphi) \tag{15a}$$

als Functionen messbarer Grössen erscheinen; aber auch (15a) setzt voraus,

*) Genannt nach Cassini Domenico in: Cassini Jacques Élémens d'astronomie. Paris 1740, S. 149. Sie sind Curven vierten Grades, haben zur Bedingung $rr' =$ Const. und nehmen variable Formen an.

**) Müttrich, Pogg. Ann. 121, 207.

dass n, der Numerus der isochromaten Curve, bekannt ist. Bei Schwefelplatten, die dicker als 0,5 mm sind, ist aber die Zahl der isochromaten Cassinoiden nicht mehr zählbar. Man ist meist gewöhnt, in den gewöhnlichen Axenbildern einige Kreise und Ovaloide um je eine Axe und eine kleine Zahl von Lemniscaten vorzufinden. Bei der Schwefelplatte I, die 0,9 mm dick war, zählte ich bei der Beobachtung in Oel annähernd 110 Ovaloide und gegen 100 Lemniscaten. Das ganze Gesichtsfeld ist bei monochromater Beleuchtung übersäet mit feinen, kaum wahrnehmbaren schwarzen Streifen, die nur in der Nähe der Bisectrix auf messbare Distanzen auseinander rücken, hingegen nach der Axe so enge aneinander liegen*), dass deren exacte Zählung selbst mit grösster Anstrengung des Auges unmöglich ist. Man kann daher nicht bei den Axenpunkten die Zählung des Numerus der Curve beginnen, und deshalb erhält die Rechnungsformel die Gestalt:

$$n \frac{\mathfrak{b}^3}{\mathfrak{a}^2 - \mathfrak{c}^2} = \frac{d}{2\lambda} \frac{\sin u \sin v}{\cos \varphi} . \tag{16}$$

Hält man an der Bedingung fest, dass n eine ganze Zahl sein muss, so ist ein Annäherungsverfahren möglich, um die Correctionen von $\alpha\beta\gamma$ zu ermitteln.

Das Ovaloid, dessen Schnittpunkt am nächsten der Bisectrix $\underset{+}{\mathfrak{c}}$ liegt, hat den Numerus n, die folgenden der optischen Axe näher liegenden $n - 1$, $n - 2$.... In einer Linie, die man senkrecht zur Axenebene legt, finden wir die Schnittpunkte der Lemniscaten $n + 1$, $n + 2$..., wo wieder $n + 1$ der Bisectrix am nächsten liegt. Ist die Differenz zwischen je zweien, der aus u, v, φ, Formel (16), gerechneten n keine ganze Zahl, so ist hierdurch die Nothwendigkeit und auch die Grösse der Correction von $\beta\gamma$ gegeben.

Die hierzu nothwendigen Beobachtungen beziehen sich theils auf die Dicke der Platte, theils auf die Lage der isochromaten Curven.

Für derlei Messungen musste die Axenplatte eingekittet werden, indem eine geringe Corrosion und Rauhigkeit der Schliffläche bereits die Sichtbarkeit der Cassinoiden verminderte. Auch im Oelgefässe störten die durch das Drehen des Präparates entstehenden Oelschlieren die Deutlichkeit. Die dünnere Platte II wurde deshalb, nachdem sie zur Bestimmung von GG (s. früher) gedient hatte, und nachdem deren Dicke möglichst genau ermittelt war, mittelst Canadabalsam zwischen Glas eingekittet. Die

*) Des Vergleiches wegen führe ich an, dass eine 3 mm dicke Axenplatte von Rohrzucker nur 30 Ovaloide um je eine Axe und 30 Lemniscaten zeigt. Sie besitzt also — wenn man die Dicke berücksichtigt — eine zehnmal kleinere Anzahl der Cassinoiden, obgleich auch bei einer solchen Zuckerplatte das ganze Gesichtsfeld von Streifen durchzogen ist. Ich habe Herrn Dr. Hockauf veranlasst, die Formel (14) an diesem Zuckerpräparate neuerdings für die Numerus $n = 1$ bis $n = 30$ zu prüfen, s. diese Zeitschr. S. 70.

Dicke der Platte wurde vermittelst des Fuess-Goniometer, Modell I, gemessen, an dem die Tangentialverschiebung des Beobachtungsfernrohres dies gestattet. Als Reductionsgleichung dient die Beobachtung, dass einer Parallelverschiebung des Fernrohres um $\frac{1}{2}$ mm eine Veränderung der Fernrohrstellung gegen den fixen Limbus um 17′ 20″ hervorruft. Bei der Dickenmessung ward beobachtet 22′ 1″ ± 1″, woraus 0,63509 mm ± 0,00049 folgt. Adoptirt ward für die Rechnung 0,635 mm und dies mit dem Mittel der Wellenlänge von Natrium $\lambda_{Na} = 0,5892$ (vergl. Landolt, Tabelle 202) combinirt.

Die Messungen der Cassini'schen Curven wurden mittelst des Schneider'schen Axenwinkelapparates durchgeführt. Die Belichtung erfolgte mittelst Natriumflamme und starker Beleuchtungslinse. Um längere Zeit hindurch diese, den feinsten Spinnfäden ähnlichen Gebilde anvisiren zu können, bedurfte es der Verstärkung der Sehkraft durch abnorm starke Augengläser. Da bei möglichst constanter Temperatur abzulesen war, musste jedesmal eine ganze Beobachtungsreihe ohne Unterbrechung durchgeführt werden.

Die Bestimmung der Lage der Cassinoiden basirt auf der Messung der gegenseitigen Neigung zweier Curven, die gleichen Numerus n haben, aber rechts r und links l von der Bisectrix $\underset{+}{c}$ liegen. Die Hälfte dieses Winkels $\frac{r:l}{2}$ ist gleich dem Winkel $n:\underset{+}{c} = \varphi$; das heisst dem Winkel der Durchschnittspunkte der Curve mit der Axenebene zur Bisectrix. Hieraus ergiebt sich mittelst der bekannten GG und VV (s. früheren §) auch die Neigung zu den optischen Axen $n_r : V_r = u$; $n_l : V_l = v$.

Bei dieser Messungsmethode sind die Angaben für die in der Nähe der Bisectrix liegenden Cassinoiden — welche gerade hier in Betracht kommen — möglichst frei von den Fehlern, welche etwa ein schiefer Schliff der Axenplatten oder ein unrichtiges Auflegen des Glasplättchens verursachen kann. Aus Construction und Rechnung erkennt man, dass das »Mittel« der rechts und links liegenden Winkel bei schief geschnittener Platte nur wenig verschieden ist von dem Mittel $\frac{r+l}{2}$ bei regelrecht geschnittener Platte. Dies gilt, so lange der austretende Strahl nicht mehr als 10° gegen die Bisectrix geneigt ist.

Beobachtet wurden die Durchschnittspunkte der sieben letzten Ovaloide mit der Axenebene, für welche die Müttrich'sche Formel direct Geltung hat. Ueberdies wurde auch die anguläre Lage der Durchschnittspunkte der ersten vier Lemniscaten mit einem zur Axenebene senkrechten Ocularfaden gemessen, nachdem das Präparat um 90° in der Plattenebene gedreht war. Für diese Lemniscatenschnitte gilt die Müttrich'sche Formel nicht, sie kann jedoch als Annäherungsformel benutzt werden, so lange

es sich um Orte nahe an der Bisectrix handelt. Da die Beobachtungen der Lemniscaten nur dazu dienen sollten, den continuirlichen Fortgang des Numerus der isochromaten Curven beim Uebergange von der Ovaloidform zur Lemniscatenform sicher zu stellen, so mussten dieselbe Formel und dieselben Reductionsconstanten für beide benutzt werden.

Die zur Rechnung verwendeten Hülfsconstanten waren

$$\alpha_{Na}^{21,9} = 2,244597, \quad \beta_{Na}^{21,9} = 2,036894, \quad \gamma_{Na}^{21,9} = 1,958057;$$
$$\delta_{Na}\ (\text{Glas}) = 1,528993, \quad VV_{Na} = 68^0\,55\ \text{beob.}$$

Hieraus ergiebt sich der constante Factor

$$\frac{d}{2\lambda}\,\frac{\mathfrak{a}^2-\mathfrak{c}^2}{\mathfrak{b}^3} = 283,9014\,.$$

Mit Benutzung dieser Constante erhält man aus den folgenden Winkeln — sie sind Mittel mehrerer Beobachtungsreihen und beziehen sich auf Glas, daher mittelst $\beta\,\delta^{-1}$ zu reduciren — die nebenstehenden Nummern der Curven.

Ovaloide:	$\frac{r:l}{2}$	$\pm\Delta$	N
$n-6$	12° 12′ 30″	± 6′	84,8492
$n-5$	11 15 0	± 4	85,7232
$n-4$	10 9 30	± 2 20″	86,6743
$n-3$	8 52 0	± 1 20	87,6756
$n-2$	7 21 30	± 0 40	88,6740
$n-1$	5 30 0	± 2	89,6276
n	2 40 30	± 4	90,5946

Der unter Δ beigesetzte mittlere Fehler lässt erkennen, welche Curven am unsichersten einzustellen waren. Die nach $n-6$ folgenden Ovaloide sind nicht mehr messbar.

Lemniscaten*):	$\frac{r:l}{2}$	$\pm\Delta$	N
$n+1$	4° 15′	± 3′	91,6270
$n+2$	6 18	± 3	92,5117
$n+3$	7 50	± 4	93,3977
$n+4$	9 16	± 5	94,3995

Die in den Columnen N angegebenen Zahlen beweisen, dass thatsächlich eine ununterbrochene Reihe der Cassinoiden Nr. 85 bis Nr. 95 existirt,

*) Für die Lemniscatenschnittpunkte L, deren Neigung zu $\underset{+}{\mathfrak{c}}$ gemessen und als $L\mathfrak{c} = \varphi$ gesetzt wurde, lässt sich uv aus dem sphärischen Dreiecke $L\underset{+}{\mathfrak{c}}V$ leicht ermitteln. Es ist

$$\frac{\sin u \sin v}{\cos\varphi} = \frac{\sin^2\left[\arc\cos\left(\cos\varphi\cos\frac{VV}{2}\right)\right]}{\cos\varphi}\,.$$

von denen sieben Ovaloid-, vier Glieder die Lemniscatenform zeigen. Auch lassen die Ziffern deutlich das Fortschreiten des Numerus um eine Einheit erkennen.

Die Differenz der absoluten Werthe N von »ganzen« Zahlen ist nun eine Folge der Ungenauigkeit des Reductionsfactors $\frac{d}{2\lambda}\,\frac{\mathfrak{a}^2-\mathfrak{c}^2}{\mathfrak{b}^3}$. Soll derselbe corrigirt werden, so ist zu bedenken, dass nur die Glieder $\mathfrak{a}^2$ und $\mathfrak{b}^2$ nicht durch directe Beobachtung ermittelt sind und dass daher bei diesen eine Correction möglich ist.

Eine Correction von β, γ hat aber mehreren Bedingungen gleichzeitig zu genügen: 1) die Werthe N in ganze Zahlen zu verwandeln, 2) die gerechneten Axenwinkel den beobachteten möglichst nahe zu bringen, 3) der aus den corrigirten β, γ gerechnete Brechungsexponent ν muss möglichst nahe mit dem beobachteten zusammenfallen. Diesen Bedingungen genügt

$$\varDelta\beta = +\,0{,}000356, \qquad \varDelta\gamma = -\,0{,}000507. \tag{17}$$

Durch diese Correction werden die Hülfsgrössen zur Berechnung der Cassini'schen Curven

$$\alpha_{Na}^{21,9} = 2{,}244597, \quad \beta_{Na}^{21,9} = 2{,}037250, \quad \gamma_{Na}^{21,9} = 1{,}957550, \quad VV = 68^0\,57'4''$$

und

$$\frac{d}{2\lambda}\,\frac{\mathfrak{a}^2-\mathfrak{c}^2}{\mathfrak{b}^3} = 284{,}6666.$$

Mittelst dieser Constanten erhält man aus den oben citirten Winkeln folgende N.

Ovaloide:		Lemniscaten:	
$n-6$	85,1208	$n+1$	91,9520
$n-5$	86,0366	$n+2$	92,8393
$n-4$	86,9901	$n+3$	93,7280
$n-3$	87,9937	$n+4$	94,7322
$n-2$	88,9942		
$n-1$	89,9497		
n	90,9188		
$+\varDelta$	0,1574		
$-\varDelta$	0,1535		

Die Gleichheit der positiven und negativen Differenzen gegen ganze Zahlen bestätigt die Richtigkeit der stattgehabten Correctur. Die N für $n+2$, $n+3$, $n+4$ sind nicht durch Aenderungen von $\beta\gamma$ zu verbessern, indem deren Berechnung absichtlich nur mittelst einer Annäherungsformel erfolgte.

§ 25. Definitive optisch-thermische Constanten des prismatischen Schwefels. Extrapolation von $\beta_{Li}\gamma_{Li}$. Reduction

auf den leeren Raum. Die Messungen des Axenwinkels und der Cassini'schen Curven haben den numerischen Werth der Correction ergeben, welche für die mittelst der Wellenfläche gerechneten $\beta\gamma$ (Tabelle 7) nothwendig sind. Die Correctionsglieder wegen der Dispersion des Axenwinkels sind in § 22 (13) angegeben; sie gelten für Thalliumlicht. Die sowohl für Natrium als Thallium geltende Correction von $\beta\gamma$ wegen der Cassinoiden sind unter (17) auf der vorhergehenden Seite bemerkt. Die Anbringung aller dieser Correctionsglieder führt zu $\beta_{Na}\,\beta_{Tl}\,\gamma_{Na}\,\gamma_{Tl}$ der nachfolgenden Tabelle 9.

Sobald aber diese letztgenannten vier Brechungsexponenten möglichst genau bekannt sind, so lassen sich auch mit Zuhilfenahme des bekannten Brechungsexponenten ν (Tabelle 4) die Werthe von $\beta_{Li}\,\gamma_{Li}$ durch Extrapolation annäherungsweise ermitteln. Hierzu dient die bekannte Formel

$$\frac{1}{\nu^2} = \frac{\sin^2 bm}{\beta^2} + \frac{\cos^2 bm}{\gamma^2}.$$

Bezeichnet man, wie es dem Gange der Rechnung auch am besten entspricht, die Variablen $\nu^{-2}\,\beta^{-2}\,\gamma^{-2}$ der Reihe nach mit n, b, c, und sei K eine unbestimmte Constante, so gilt

$$\delta n = \sin^2 bm\,\delta b + \cos^2 bm\,\delta c,$$
$$K\delta n = K\sin^2 bm\,\delta b + K\cos^2 bm\,\delta c.$$

Berechnet man thatsächlich die Differenzen in der Art, dass man setzt

$$\delta n = \Delta(\nu_{Na}^{-2} - \nu_{Tl}^{-2}) \qquad \delta b = \Delta(\beta_{Na}^{-2} - \beta_{Tl}^{-2})$$
$$K\delta n = \Delta(\nu_{Li}^{-2} - \nu_{Na}^{-2}) \qquad \delta c = \Delta(\gamma_{Na}^{-2} - \gamma_{Tl}^{-2})$$
$$K = \frac{\nu_{Li}^{-2} - \nu_{Na}^{-2}}{\nu_{Na}^{-2} - \nu_{Tl}^{-2}},$$

so erhält man

$$\begin{aligned} \beta_{Li}^{-2} &= \beta_{Na}^{-2} + K\delta b \\ \gamma_{Li}^{-2} &= \gamma_{Na}^{-2} + K\delta c \end{aligned} \qquad (18)$$

als Annäherungswerthe, welche, unabhängig von λ^2 und dem Dispersionsgesetze, bloss durch Extrapolation gewonnen sind. Sie sind wegen ihrer geringeren Präcision auch in der nachfolgenden Tabelle nur mit einer geringeren Anzahl von Decimalstellen angeführt. Wie gross der Fehler ist, welcher diesen $\beta_{Li}\,\gamma_{Li}$ noch anhaftet, erkennt man aus dem Vergleiche des gerechneten ν_{Li} (s. Tabelle 9) mit dem direct beobachteten ν_{Li}. Die Differenz ist eine Einheit der vierten Decimalstelle.

Die nachfolgende Tabelle enthält nun die Hauptresultate der vorliegenden experimentellen Untersuchung: Die Hauptbrechungsexponenten $\alpha\beta\gamma$, dann den ausserordentlichen Strahl ν, welchen jedes Hauptpyramidenpaar p^1p^3 zu beobachten gestattet; ferner die Axenwinkel in Oel (HH),

Die hier angegebenen Hauptbrechungsexponenten sind mit den schon früher bekannt gemachten theils gleich, theils etwas verschieden.

Schrauf	1860	α 2,2405	β 2,0383	γ 1,9504
Cornu	1867	2,240	2,038	1,958
Schrauf	1890	2,2451	2,0376	1,9579

Schliesslich ist hervorzuheben, dass die obige Tabelle in Einheiten der letzten Decimalstellen auch jene Δ angiebt, welche im positiven Betrage zu addiren kommen, wenn man die absoluten Werthe der Brechungsexponenten bezogen auf den leeren Raum zu benutzen wünscht. Anfangs in § 6 S. 121 wurde angegeben, dass die Brechungsexponenten sich vorerst auf Luft derselben Temperatur beziehen. Eliminirt man den Brechungsexponenten der Luft, so erhält man die auf den leeren Raum mit $n = 1$ bezogenen Brechungsexponenten des Schwefels, welche um $+\Delta$ grösser sind, als die ursprünglichen nicht reducirten Werthe dieser optischen Constanten.

V. Abschnitt.

Abhängigkeit der Hauptbrechungsexponenten von Wellenlänge, Temperatur und Volumen. Bemerkungen über die Constanz des Brechungs- und Dispersionsvermögens, und über die Krystallgestalt des prismatischen Schwefels.

§ 26. Abhängigkeit der Hauptbrechungsexponenten von der Wellenlänge bei verschiedenen Temperaturen. Der prismatische Schwefel besitzt, wie die vorhergehenden Seiten ausweisen, eine sehr starke farbenzerstreuende Kraft. Die Abhängigkeit des beobachteten Brechungsexponenten von der jedesmaligen Wellenlänge λ_i lässt sich aus diesem Grunde nicht durch eine zweigliedrige Dispersionsformel darstellen. Würde man $n_i = a + b\lambda_i^{-2}$ zur Berechnung der Refractionsconstante a benutzen, so wäre von diesem Werthe a schon die Einheit der zweiten Decimale unsicher, indem die Combinationen $Li - Na$, $Na - Tl$, $Li - Tl$ zu differenten Zahlen von a führen. Um die Dispersion des Spectrums vollkommen genau wiederzugeben, wäre namentlich für den Hauptbrechungsexponenten α eine mindestens viergliedrige Reihe nöthig. Da jedoch nur *Li Na Tl* beobachtet war, so musste

$$n_i = a + b\lambda_i^{-2} + c\lambda_i^{-4} \qquad (19)$$

der Rechnung zu Grunde gelegt werden.

Für die Wellenlängen wurden folgende Zahlen (nach Landolt's Tabellen) benutzt.

$$\lambda_{Li} = 670{,}865 \qquad \lambda_{H\alpha} = \lambda_C = 656{,}16$$
$$\lambda_{Na} = 589{,}21$$
$$\lambda_{Tl} = 534{,}994 \qquad \lambda_{H\beta} = \lambda_F = 486{,}08$$

Ich habe jedoch nicht diese directen, auf $\mu\mu$ als Einheit bezogenen Werthe von λ in die Rechnung eingeführt, sondern dieselben reducirt*) durch die Annahme der Wellenlänge von *Na* als Maasseinheit für die übrigen, wodurch

$$\lambda_{Li} = \frac{670,865}{589,21}, \qquad \lambda_{Na} = 1, \qquad \lambda_{Tl} = \frac{534,994}{589,21}$$

wird. Es entspricht dies einer Umstellung der Formel (19) in die Formel

$$n_i = A + B\lambda_{Na}^2 \lambda_i^2 + C\lambda_{Na}^4 \lambda_i^{-4}. \qquad (20)$$

Die nach (20) gerechneten Werthe der Dispersionsconstanten B, C unterscheiden sich deshalb von den Zahlen b, c der gewöhnlichen Cauchy-schen Reihe durch den Reductionsfactor λ_{Na}^m; und es ist

$$b = B\lambda_{Na}^2, \qquad c = C\lambda_{Na}^4. \qquad (21)$$

Doch habe ich es für überflüssig erachtet, diese Zahlen anzuführen, indem nur die Constanten B, C den grossen Vortheil gewähren, dass für Natrium

$$n_{Na} = A + B + C \qquad (22)$$

wird. Hierdurch ist die Controle der Rechnung leicht möglich und anderseits ist die Grösse der Dispersionsglieder gleichsam in Dimensionen der Spectrumslänge ausgedrückt.

Die Refractions- und Dispersionsconstanten, wie sie aus den Beobachtungen bei verschiedenen Temperaturen folgen, sind nur dann mit einander vergleichbar, wenn sie absolute Werthe darstellen, das heisst auf den leeren Raum ($n = 1$) reducirt sind. In die Formel (20) wurden daher die absoluten Brechungsexponenten ($n_i + \Delta_i$) der Tabelle 9 eingesetzt. Die Rechnung wurde für jede Normaltemperatur durchgeführt, um den Einfluss der Temperaturerhöhung auf die Refractions- und Dispersionsconstanten sichtbar zu machen. Ausser den Hauptbrechungsexponenten wurde auch der extraordinäre Strahl ν einer Discussion unterzogen, weil die bei β und γ auftretenden Unregelmässigkeiten zu besonderer Controle aufforderten. In der nachfolgenden Tabelle sind auch die Mittelwerthe aufgenommen. Diese finden später ihre Verwendung.

(S. Tabelle 10 auf S. 160.)

Die direct beobachteten Brechungsexponenten liessen eine regelmässige und sehr beträchtliche Abnahme ihrer Werthe bei Erhöhung der Temperatur erkennen (vergl. früher). Dies ist bei den Constanten A B C nicht mehr der Fall. Bei dem Hauptbrechungsexponenten α erreicht A den grössten Werth bei mittlerer Temperatur und die Dispersionsconstante C

---

*) Autor: Wiedemann's Ann. d. Phys. 1884, **22**, 426; 1886, **27**, 312.

10. Tabelle. Refractions- und Dispersionsconstanten bezogen auf den leeren Raum. [Zu S. 159.]

	t^0 C.	A	B	C
α	8^0	2,140061^3	0,080845^0	0,028089^7
	20	2,141288^0	0,078425^2	0,034120^2
	30	2,140080^9	0,069968^9	0,032807^2
Mittel	*19,33*	*2,140443*^{4}	*0,074746*^{4}	*0,030672*^{4}
β	8	1,963412^3	0,059885^0	0,017446^7
	20	1,962546^2	0,056991^5	0,018724^3
	30	1,956954^3	0,063649^8	0,015289^9
Mittel	*19,33*	*1,960970*^{9}	*0,060175*^{4}	*0,017143*^{2}
γ	8	1,892288^2	0,052983^0	0,015060^8
	20	1,891708^6	0,052263^5	0,016484^9
	30	1,886603^3	0,056761^3	0,013462^4
	19,33	*1,890200*^{0}	*0,053335*^{9}	*0,013902*^{7}
ν	8	1,934379^0	0,056792^0	0,016399^1
	20	1,933559^7	0,054085^0	0,017720^3
	30	1,928277^0	0,060559^1	0,014362^0
	19,33	*1,932072*^{2}	*0,057145*^{7}	*0,016160*^{5}

nimmt sogar continuirlich mit der Temperatur zu. Auch der Gang der Zahlen für α ist ungleich jenen von β, γ, ν. Doch ist diese Differenz im Gefälle nur durch die relative Grösse der thermischen Factoren bei übrigens gleichem $\pm$ Vorzeichen entstanden. Um dies zu erkennen, ist es nothwendig, die Constanten A B C [allgemein K_i] als Functionen des thermischen Gefälles $\Delta t = (t^0 - 8^0)$ nach der Formel zu rechnen

$$K_i^t = K_i^8 [1 \pm x \Delta t \pm y \Delta t^2], \tag{23}$$

wodurch die Variation der Spectralconstanten mit der Temperatur übersichtlich darstellbar ist.

11. Tabelle. Thermisches Gefälle der Constanten A B C von α und ν.

$$A_\alpha^t = A_\alpha^8 [1 + 0{,}000101606 \; \Delta t - 0{,}0000046478 \; \Delta t^2]$$
$$A_\nu^t = A_\nu^8 [1 + 0{,}000094388 \quad - 0{,}000010807$$
$$B_\alpha^t = B_\alpha^8 [1 - 0{,}00948851 \quad + 0{,}000153343$$
$$B_\nu^t = B_\nu^8 [1 - 0{,}01235853 \quad + 0{,}000698765$$
$$C_\alpha^t = C_\alpha^8 [1 + 0{,}0106186 \quad - 0{,}000135672$$
$$C_\nu^t = C_\nu^8 [1 + 0{,}0215459 \; \Delta t - 0{,}001236013 \; \Delta t^2].$$

Diese Tabelle zeigt, dass der thermische Gang der Vorzeichen für die drei Hauptbrechungsexponenten ein gleicher ist. β γ ν gehorchen gleichen

Gesetzen. Ueber die absoluten Werthe der Coëfficienten von $\varDelta t$, $\varDelta t^2$ in dieser Tabelle Conjuncturen zu machen, wäre verfrüht. Unverkennbar ist es jedoch, dass der Wechsel der Temperatur die Dispersion viel intensiver verändert, als das Refractionsglied A für unendlich lange Wellen. Interessant ist übrigens die Thatsache, dass die beiden Dispersionsglieder B, C unter sich einen verschiedenen, hingegen A und C einen gleichen Gang der Vorzeichen besitzen.

Ein so anormales thermisches Gefälle — wie es eben beschrieben ward — findet man nur als höchst seltenen Ausnahmefall*) bei Flüssigkeiten. Substanzen mit geringer Dispersion sind zur Prüfung des thermischen Verhaltens der Spectralconstanten unbrauchbar und die mir bekannten, genau untersuchten, Flüssigkeiten zeigen meist in allen drei Constanten A B C ein regelmässiges negatives thermisches Gefälle, nach der Formel

$$K^t = K(1 - x\varDelta t - y\varDelta t^2).$$

Ich habe aus den neuesten Beobachtungen Ketteler's die Constanten von Schwefelkohlenstoff

	t	A	B	C
Schwefelkohlenstoff	8^0	1,598924	0,038299	0,006526
	40	1,569713	0 036134	0,006023
	80	1,539194	0,033951	0,005474

gerechnet und finde, dass die Zahlen eine continuirlich abnehmende Reihe ohne Wendepunkt bilden.

Ein »unregelmässiges« thermisches Gefälle der Brechungsexponenten scheint bei den stark dispergirenden »anisotropen« Körpern weit häufiger als bei Flüssigkeiten vorzukommen. So zeigt beispielsweise der Hauptbrechungsexponent α [γ Arzruni] von Anglesit [$PbSO_4$] eine eigenthümliche thermische Variation der Spectralconstanten A, B, C.

Ich habe diese Constanten aus den genauen Beobachtungen, die Arzruni 1875 an dieser Substanz durchführte und bereits auf den leeren Raum reducirte, gerechnet. Sie sind

	t	A	B	C
α Anglesit	20^0	$1,85871^{88}$	$0,03118^{26}$	$0,003748^{6}$
	100	$1,85551^{59}$	$0,03238^{45}$	$0,003339^{6}$
	200	$1,85136^{36}$	$0,03294^{89}$	$0,003084^{8}$
		$(1 - x\varDelta t)$	$(1 + x\varDelta t)$	$(1 - x\varDelta t)$

Auch hier haben die Constanten A, C, — wie früher bei Schwefel — ein unter sich gleiches, aber von B verschiedenes Vorzeichen des thermischen Gefälles. Die Dispersionsconstante B nimmt bei α Anglesit mit der Temperatur zu.

*) Ich erinnere an Monobromnaphtalin. Dufet, Bull. Soc. Min. 1885, 8, 290. Diese Zeitschr. 12, 632—635.

Die Unregelmässigkeit eines theils positiven, theils negativen thermischen Gefälles der Spectralconstanten ist nur möglich, wenn durch die Erhöhung der Temperatur verschiedene den Lichtstrahl beeinflussende Kräfte geweckt werden, welche sich gegenseitig verstärken oder vermindern können. Ich habe schon früher (1866) darauf hingewiesen, dass bei thermischen Variationen ausser den Aenderungen des Volumens auch der Molekulareinfluss der Temperatur, das heisst die erhöhte thermische Molekularbewegung zu berücksichtigen sei*). Die vorliegenden Thatsachen sind eine neue Stütze für meine Ansicht. In wie weit noch überdies die mit der Temperatur variablen Coëfficienten der Elasticität und Compressibilität zu berücksichtigen sind, lässt sich an unserem Objecte nicht erörtern.

§ 27. Variation des thermischen Gefälles $\varDelta n$ des absoluten Brechungsexponenten n_λ. Aenderung des Spectrums mit der Temperatur. In Tabelle 3 wurde bereits das Gefälle der direct beobachteten Brechungsexponenten angegeben und die mitgetheilten Zahlen liessen bereits erkennen, dass $\varDelta n$ sich mit $\varDelta t$ ändere. Den Einfluss der Temperatur auf die gegenseitige Lage der hellen Spectrallinien *Li*, *Na*, *Tl*, d. i. auf die Grösse des Spectrums — ersieht man wohl am besten aus den numerischen Werthen der Variationscoëfficienten (Φ — oder φ, ψ) des optischen Gefälles. Ist $\varDelta t = (t^0 - 8^0)$, so dienen zur Rechnung derselben die Formeln

$$n_\lambda^t = n_\lambda^8 (1 - \Phi \varDelta t) \tag{24}$$

oder

$$n_\lambda^t = n_\lambda^8 (1 - \varphi \varDelta t - \psi \varDelta t^2). \tag{25}$$

Die im vorhergehenden § angegebenen Werthe $x\,y$ (Formel 23) beziehen sich auf die Spectralconstanten, während Φ, φ, ψ sich hier auf die absoluten Brechungsexponenten für *Li*, *Na*, *Tl* beziehen. Φ wurde aus der Combination $t^{30} - t^8$; $\varphi\,\psi$ aus t^{30}, t^{20}, t^8 gerechnet. Die Mittelwerthe sind wieder in Cursiv gedruckt.

(S. Tabelle 12, S. 163.)

Die Werthe φ, ψ erlauben folgende Schlüsse über die thermische Aenderung des Spectrums. Bei dem Strahle α nimmt vorerst die Länge des Spectrums ab und das blaue Ende schiebt sich näher zum Roth. Bei grossen Temperaturintervallen wird auch Roth stark gegen die Grenze des Spectrums vorgeschoben. Dies stimmt mit der früher angegebenen Thatsache, dass *Li* bei höheren Temperaturen schlecht sichtbar ist. Bei den Strahlen β, γ, ν verschiebt sich das Spectrum bei mässiger Temperaturänderung un-

*) Eine solche Hypothese stimmt auch mit den Resultaten der Untersuchung von Pockels (Wiedem. Ann. 1889, **37**, 305), nach welcher bei Quarz die optische Wirkung einer mechanischen Dilatation doppelt so gross ist, als die Wirkung einer gleichen, aber durch Erwärmung hervorgerufenen Volumenänderung.

12. Tabelle. Die Variationscoëfficienten von Δn [z. S. 162].

	λ	$-\Phi$	$-\varphi$	$-\psi$
α	Li	0,000114971	0,000088813	0,0000011890
-	Na	125086	111895	0005996
-	Tl	125269	120400	0002213
	Mittel	*121775*		
β	Li	108462	080410	0012751
-	Na	107382	091428	0007254
-	Tl	110722	085176	0011612
	Mittel	*108855*		
γ	Li	091278	063215	0012756
-	Na	088227	069481	0008521
-	Tl	089475	057830	0014384
	Mittel	*089660*		
ν	Li	100789	074750	0011836
-	Na	098989	082667	0007419
-	Tl	101563	073449	0012779
	Mittel	*100447*		

symmetrisch. Es zeigt sich eine Verschmälerung des rothgelben Theiles bei gleichzeitiger Verbreitung des gelbgrünen Spectraltheiles.

§ 28. Vergleich der Variationscoëfficienten Φ_i mit n_i und dem Ausdehnungscoëfficienten l_i. Für Flüssigkeiten gilt mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit das empirische Gesetz der Constanz des Brechungsvermögens.

Geht man der Einfachheit wegen von

$$(n - 1)\,V = K, \tag{26}$$

worin V das Volumen, K die Constante bedeutet, aus, so folgt bereits unabhängig von der Grösse der Temperaturänderung

$$\Delta n = -K\frac{l}{V}, \tag{26a}$$

indem $\frac{\Delta V}{V} = \frac{V - V^0}{V^0}$ und $\frac{K}{V} = n - 1$ ist.

Analoge Formeln hat sowohl Stefan*), als auch Dufet**) in Bezug auf ihre Verwendbarkeit geprüft, ebenso hat auch Arzruni***) seine optischen Beobachtungen mit den Ausdehnungscoëfficienten verglichen.

In allen diesen Fällen entsprach obige Formel, welche man für einen anisotropen Körper

*) Stefan, Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1871, **63**, II, 223.

) Dufet, Bull. soc. min. Par. 1885, 8, 171, 290. Ref. diese Zeitschr. **12, 632.

***) Arzruni, diese Zeitschr. 1877, **1** 165.

$$\Delta n_i = -(n-1)\, l_i \tag{27}$$

schreiben müsste, nicht den Beobachtungen. Die Aenderungen der Hauptbrechungsexponenten sind mit den axialen Dimensionen nicht proportional, was annähernd nach Formel (27) zutreffen müsste. Es ändert sich $(n_1 - 1)$ weniger als l_i. Auch an unserem Objecte, dem prismatischen Schwefel, steht weder das Gefälle Δn, noch dessen Variationscoëfficient Φ_i in einem commensurablen Verhältnisse mit dem Ausdehnungscoëfficienten. Es ist nämlich

$$\Phi_c > \Phi_b > \Phi_a\,, \text{ während } l_b > l_a > l_c \text{ ist.}$$

Aus den vorliegenden Messungen an Schwefel ergiebt sich vielmehr der Satz: Der Variationscoëfficient Φ_i des thermischen Gefälles der Brechungsexponenten ist in erster Annäherung proportional der schon ursprünglich vorhandenen verzögernden Kraft $(n_i - 1)$; das heisst

$$-\Phi_i = K(n_i - 1)\,[1 \pm \ldots.]\,. \tag{28}$$

Ich beschränke die Anwendbarkeit dieses Satzes auf unser Object der Untersuchung, welches ein Grundstoff ist, und bei dem jede weitere Rücksicht auf chemisch verschiedene axialdifferenzirte Atome in Wegfall kommt.

Den Beweis für die Richtigkeit von (28) liefern die Mittelwerthe der Tabelle 12.

	n_i^{30}	$(n_i - 1)\,10^{-8}$	$-\Phi_i$	l_i
α	2,2432	0,00012432	0,00012177	0,00002
β	2,0359	0,00010359	0,00010885	0,00008
γ	1,9565	0,00009565	0,00008966	0,00007
ν	2,0032	0,00010032	0,00010045	

Der Werth $-\Phi_i$ entspricht dem auf $\Delta t = 1^0$C. reducirten Variationscoëfficienten

$$-\Phi_i = \frac{n^8 - n^{30}}{n^8} = \frac{\Delta n_i}{n_i}. \tag{29}$$

Der Vergleich der obigen zweiten und dritten Columne zeigt also, dass $\frac{\Delta n}{n}$ und $n - 1$ proportional sind. Die Einheit der Thermometerscala ist ohne Einfluss auf dieses Resultat. Die erwähnte Uebereinstimmung ist für die Strahlen α und ν, welche direct beobachtet werden konnten, eine fast absolute, für die nur mittelst Rechnung deducirten Werthe β, γ noch immer eine genügende.

Wollte man diese Thatsache durch ein mathematisches Symbol ausdrücken, so wäre hervorzuheben, dass die Gleichheit der Zahlen höchstens als erste Annäherung an das wahre Gesetz gelten kann, und dass die Glieder höherer Ordnung, z. B. $U_1 U_2$, in der Reihenentwickelung mindestens anzudeuten wären. Es folgt daher für $+\Delta t$

$$\frac{\Delta n_i}{n_i} = -(n_i - 1)K[1 + U_1 - U_2 \ldots]. \qquad (30)$$

Es lässt sich der Versuch machen, von den ersten Gliedern dieser Reihe zu einer geschlossenen Formel überzugehen. Zu diesem Zwecke könnte man statt der Constanten K den constanten mittleren Ausdehnungscoëfficienten l_m oder $\frac{\Delta V_m}{V_m}$ einführen, welcher Werth unabhängig von n_i ist. Wir erhielten also

$$\frac{\Delta n_i}{n_i} = -(n-1)\frac{\Delta V_m}{V_m}$$

und hieraus durch Summation

$$\sum \frac{\Delta n_i}{n_i^2 - n_i} = \sum \frac{\Delta V_m}{V_m},$$

$$\frac{n_i - 1}{n} = K V^{-1}. \qquad (31)$$

Diese Formel hat ihrem Baue nach keine Analogie mit der gewöhnlichen Formel $(n-1)V$, sondern stimmt eher mit $\frac{n^2-1}{n^2+2}V$ oder mit $\frac{n_i-1}{n_i+1}V$. Doch ist es unmittelbar klar, dass weder

$$\frac{n_i - 1}{n_i} V_m = \text{const.} \quad \text{oder} \quad \frac{n_i - 1}{n_i + 1} V_m = \text{const.}$$

richtig sind, indem sie, wenn i die Variablen, m eine Constante bezeichnet, zu einer mathematischen Unmöglichkeit führen würden. Im vorliegenden Falle würde die empirische Formel

$$\frac{n_i - 1}{n_i} = K V_m [1 + 2 n_i] \qquad (32)$$

den Beobachtungen annähernd genügen.

Es ist diese letztere Thatsache ein neuerlicher Beweis dafür, dass das thermische Gefälle der Brechungsexponenten des Schwefels vor Allem durch Variation einer Function hervorgerufen wird, welche den Brechungsexponenten selbst annähernd commensurabel ist. Die axialen Ausdehnungscoëfficienten l_i geben bei doppeltbrechenden Substanzen keinen Maassstab ab für die thermische Veränderung von n_i, sondern ihre Wirkung ist jedenfalls zweiter Ordnung und die oben angedeuteten Functionen U_1 U_2 mögen vorläufig diese unbekannten Beziehungen repräsentiren. Meine Untersuchungen führen daher zu demselben Resultate, wie die aller vorhergehenden Autoren.

§ 29. Beziehung der Brechungsexponenten zur axialen optischen Dichte $\mathfrak{D}_i$. Jede Theorie der Doppelbrechung — selbst wenn

sie auf den schwerlosen Aether basirt — muss zur Erklärung der Phänomene eine nach den Seiten des Raumes verschiedene Elasticität oder Dichte des lichtfortpflanzenden Mittels annehmen*). Wir wissen seit Brewster's**) Untersuchungen, dass jede axial verschiedene Aenderung des Körpervolumens ebenfalls Doppelbrechung hervorruft, wenn auch der optische Effect der thermischen und mechanischen Dilatation nicht immer***) gleich sein mag. Es ist daher die Hypothese zulässig, dass die Grösse der Doppelbrechung durch die axialverschiedene »optische Dichte« des Mittels hervorgerufen wird.

Unter »axialer Dichte« müsste man im Sinne der Aethertheorie jene wechselnde Dichte verstehen, die durch die innere axial verschiedene Molekularstructur hervorgerufen wird. Im Sinne der Theorie des Refractionsäquivalentes werden wir unter »axialer Dichte« jene auf Wasser als Einheit bezogene Körperdichte $\mathfrak{D}_i$ verstehen, welche dem empirischen Gesetze der Constanz des Brechungsvermögens für die drei Hauptbrechungsexponenten Genüge leistet. Im letzteren Falle ist nur noch die unerlässliche weitere Bedingung daran zu knüpfen, dass auch die Dispersionsconstanten $B_i C_i$ einfache Functionen dieser axialen Dichte sein müssen. Sind diese Bedingungen erfüllbar, dann kann man »diese« axiale Dichte $\mathfrak{D}_i$, oder deren reciproken Werth $\mathfrak{V}_i [= \mathfrak{D}_i^{-1}]$ als ein Bestimmungsstück der Doppelbrechung ansehen, obgleich hierdurch nur das erste Glied einer Reihe angegeben ist.

Bei unserem Minerale, dem prismatischen Schwefel, zeigt sich bei Anwendung folgender einfacher Formeln die nothwendige Constanz:

$$\frac{A_i^2 - 1}{A_i^2 + 2} \mathfrak{V}_i = \text{const.}; \qquad \frac{A_i - 1}{A_i + 1} \mathfrak{V}_i = \text{const.} \qquad (33)\ (34)$$

$$B_i \mathfrak{V}_i^2 = \text{const.}; \qquad C_i \mathfrak{V}_i^4 = \text{const.} \qquad (35)\ (36)$$

In diesen Formeln bedeutet i einerseits die drei Hauptbrechungsexponenten α, β, γ, andererseits aber auch den mittleren Werth n_m, welcher nach der Formel $n_m = \sqrt[3]{\alpha\beta\gamma}$ für die Refractions- und Dispersionsconstanten A, B, C zu bilden ist. Diesem mittleren Werthe n_m entspricht auch das mittlere Volumen $\mathfrak{V}_m$, welches der reciproke Werth der thatsächlich beobachteten Dichte d_m ist.

(S. Tabelle 13, S. 167.)

Diese Tabelle zeigt zur Genüge, dass man unter der Voraussetzung einer »axial verschiedenen intramolekularen Dichte« bei diesem Grundstoffe von einer Constanz des Refractions- und Dispersionsvermögens, betreffend

*) W. Thomson, Proceedings Edinb. R. S. 1887, **15**, 21.
) Brewster, Phil. Trans. **1815, 61; **1816**, 156. Transact. R. S. Ed. 1818, **8**, 281.
***) Pokels, Wiedem. Ann. 1839, **37**, 269.

13. Tabelle. Refractions- und Dispersionsvermögen von Schwefel [z. S. 166].

$t^0 = 19{,}38$ C.	Mittl. Werth	α	β	γ
$\mathfrak{D}_i$	2,065771	2,256627	2,018596	1,914510
$\mathfrak{B}_i$	0,4840808	0,4431392	0,4953937	0,5223269
A_i	1,994470	2,140443	1,960971	1,890200
$\frac{A_i^2-1}{A_i^2+2}\mathfrak{B}_i$	*0,2411460*	*0,2411460*	*0,2411460*	*0,2411460*
$\frac{A_i-1}{A_i+1}\mathfrak{B}_i$	*0,1609247*	*0,1607780*	*0,1608800*	*0,1607643*
B_i	0,0621357	0,0747464	0,0601754	0,0533359
$B_i\mathfrak{B}_i^2$	*0,0145605*	*0,0146780*	*0,0147678*	*0,0145514*
C_i	0,0194079	0,0306724	0,0171432	0,0139027
$C_i\mathfrak{B}_i^4$	*0,00106574*	*0,00118278*	*0,00103250*	*0,00103485*

die Hauptbrechungsexponenten $\alpha\,\beta\,\gamma$ sprechen darf. Selbst das Dispersionsglied zweiter Ordnung C_i liefert noch übereinstimmende Zahlen, indem die bei $C_\alpha\,\mathfrak{B}_\alpha^4$ vorkommende Differenz wahrscheinlich folgenden Grund hat. Wegen der grossen Dispersion des Hauptbrechungsexponenten α genügen vielleicht zur genauen Darstellung des Spectrums nicht drei Glieder der Cauchy'schen Reihe, sondern die Reihe hätte vermuthlich auf ein viertes Glied ausgedehnt werden sollen. Bei β, γ zeigt sich geringere Dispersion und hier kann das vierte Glied thatsächlich vernachlässigt werden. Weil aber bei α ein Glied der Reihe vernachlässigt ist, wird daher C_α naturgemäss auch grösser als der wahre dritte Dispersionsfactor durch die Rechnung sich ergeben und in Folge dessen schliesslich $C_\alpha\,\mathfrak{B}_\alpha^4$ einen etwas grösseren Werth erlangen.

Für das Dispersionsglied B habe ich *) hervorgehoben, dass bei Flüssigkeiten die Functionen $B\mathfrak{B}$, $B\mathfrak{B}^2$, $B\mathfrak{B}^3$ den Charakter von Constanten annehmen und $B\mathfrak{B}^2$ sich am besten der Theorie der Refractionsäquivalente einordnet. Auch hier entscheidet die Rechnung zu Gunsten von $B\mathfrak{B}^2$.

Im ersten Theile habe ich behufs eines Vergleiches mit l_i die Werthe $B_i\mathfrak{B}_i^{\frac{3}{2}}$ gerechnet, welche Functionen ebenfalls nur unbedeutend von der Bedingung der Constanz differiren. Doch lagen der damaligen Rechnung nur die optischen Annäherungswerthe zu Grunde, da die hier vorliegende Arbeit eben erst begonnen wurde. Die frühere Tabelle 12 (Theil I, S. 371) ist deshalb nur approximativ richtig.

In der obigen Tabelle 13 ist das Refractionsvermögen nicht bloss nach der bekannten n^2-Formel gerechnet, sondern es ward auch die analoge bisher noch nicht benutzte Formel (34) $\frac{n-1}{n+1}\mathfrak{B}$ des Vergleiches wegen ausgewerthet. Auch diese Formel genügt der Bedingung einer Constanz.

*) Autor: Wiedem. Ann. 1886, 27, 313.

§ 30. Vergleich der Krystallaxen a_i mit dem intramolekularen Atomabstande $\mathfrak{W}_i$. Wenn wir einen isotropen Körper durch orientirten Druck bis zum Auftreten intensiver Doppelbrechung deformiren, so wird hierdurch auch die äussere Gestalt des Körpers verändert werden. Gleichgültig ob mechanische, thermische oder elektrische Kräfte wirken, sind folgende allgemeine Schlüsse zulässig: 1) Die Krystallform eines Grundstoffes wird um so mehr von der morphologischen Gleichaxigkeit abweichen, je grösser die Differenzen zwischen seinen axialen optischen Dichtigkeitszuständen sind. 2) Die thatsächlich existirende Form wird sich aus der tesseralen ableiten lassen mittelst Functionen, in welchen die intramolekulare Compression oder deren Resultat $\mathfrak{D}_i$ eine Rolle spielt.

Die grösste Schwierigkeit für die Entdeckung von Beziehungen der Form zu anderen Eigenschaften des Krystalles liegt aber in der Vielflächigkeit der Krystalle selbst. Würde jede chemische Substanz unter allen Umständen nur in einer einzigen Form, in der Gestalt der sogenannten Grundpyramide sich verfestigen und nie andere Flächen zeigen, dann würden wir »wahre absolute« morphologische Constanten besitzen. Weil aber jede chemische Substanz Krystalle mit zahlreichen Flächen bildet, von welchen letzteren nur selten einige sich durch charakteristische Cohäsionsverhältnisse auszeichnen, so sind die morphologischen Constanten nur relative Werthe, welche wir nach Willkür durch die Wahl einer anderen Grundpyramide verändern können. Alle unsere Parametersysteme lassen sich zurückführen auf die Form

$$a_i :: = mX : nY : pZ ,$$

worin $X\ Y\ Z$ Zahlen nahe der Einheit bedeuten, ihrem Werthe nach somit dem Radius eines fast kugelförmigen Ellipsoides gleichen.

Selbst die Prüfung eines exacten, mathematischen Gesetzes wäre mit grossen Schwierigkeiten verbunden, weil wir — wegen der freien Wahl der Grundpyramide — gar viele gleichberechtigte Coordinatensysteme des Krystalles der Rechnung zu Grunde legen können. So ist auch bei Schwefel die Flächenzahl eine ziemlich grosse und daher eine ebenso grosse Anzahl von Axenverhältnissen für ihn aufstellbar.

Die ganzzahligen Factoren der oberen Gleichung m, n, p entsprechen der reihenweisen Anordnung der Moleküle, gleichgültig ob man von Sohncke's Raumgitterstructur oder von Haüy's Decrescenztheorie ausgeht. Wohl mögen bei der Wahl der Molekularreihen manche krystallogenetische Beobachtungen zu berücksichtigen sein. So concurriren bei unserem Objecte, Schwefel, zwei Pyramiden P und $\frac{1}{3}P$, $p(111)$, $s(113)$ um den Rang der Hauptpyramide. Während sich jedoch gerade an den kleinsten Krystallen fast nur ausschliesslich p bildet, zeigen erst bei einer gewissen Dicke der Gestalt die Krystalle die Flächen s, als wenn diese letzteren bei gleichem Wachsthume der Hauptaxe eine dreimal grössere Basis zu ihrem

um von dieser Zahl später Gebrauch zu machen. Die weitere Frage ist nun so zu formuliren: Sind diese Werthe $\mathfrak{W}_i$ von Einfluss auf die optischen Werthe?

§ 31. **Versuch einer Ableitung der durch die Krystallaxen gegebenen Atomdistanz $\mathfrak{W}_i$ aus jenen Zahlen, die für die optisch axiale Dichte ($\mathfrak{B}^{-1}$) mittelst des Refractionsvermögens gerechnet sind.** Beim Studium dieses Problemes versuchte ich zuerst von einer atomistischen Anordnung der Atome abzusehen und dynamische Grundsätze zur Geltung zu bringen*). Es führte eine solche Anschauung bald zum Vergleiche der Krystallform mit der Tropfenform und dadurch auch zum Studium der Capillaritätserscheinungen und der hierfür aufgestellten Gleichungen.

Nach Desains**) wäre das Quadrat der Tropfenhöhe mit dem reciproken Werthe der Dichte commensurabel. Die sinngemässe Benutzung dieses Satzes ergab in unserem Falle für die Beziehungen von $\mathfrak{W}_i$ und $\mathfrak{B}_i$ ein ziemlich günstiges Resultat. Es war daher die Erwartung gerechtfertigt, dass durch ein Exponentialverhältniss die Beziehungen zwischen $\mathfrak{W}_i$ und $\mathfrak{B}_i$ darstellbar seien.

In der Theorie der elastischen und thermischen Volumenänderung existiren bereits zwei empirisch gefundene Gesetze, in welchen statt der Potenz 2 die Potenz 2,333 $= \frac{7}{3}$ eine Rolle spielt.

Es sind dies die Gleichungen

$$q\left(\frac{A}{s}\right)^{\frac{7}{3}} = \text{const.}$$

$$\frac{dV}{dt} = \alpha^0 V^{\frac{7}{3}}\,.$$

In der ersteren Gleichung, welche Wertheim***) benutzt, bedeutet q den Quotienten aus Belastung und elastischer Verlängerung der untersuchten Metalle, A das Molekular-, s das specifische Gewicht.

Die zweite von Heen†) an Flüssigkeiten geprüfte Gleichung verbindet die thermische Volumsänderung $d_t V$ mit dem bei 0° C. geltenden Ausdehnungscoëfficienten α^0 und mit dem Volumen V.

Die Einführung des Exponenten $\frac{7}{3}$ in die Relation zwischen $\mathfrak{W}_i$ und $\mathfrak{B}_i$ ergab auch in unserem Falle ein überraschend günstiges Resultat.

---

*) Chr. S. Weiss, Ueber die dynamischen Ansichten der Krystallisation. Ein Anhang im Lehrbuche der Mineralogie von Haüy, Band **1**, übersetzt von D. L. G. Karsten. Paris-Leipzig 1804, S. 365.

) S. D. Poisson, Nouvelle théorie de l'action capillaire. Paris 1831, S. 443. Ed. Desains, Recherches sur les phénomènes capillaires. Ann. d. chim. 1857, III. Sér. **51, 385.

***) Wertheim, Pogg. Ann., Ergänzungsband **2**, S. 24 und 67.

†) P. d. Heen, Ann. d. chim. 1885, **5**, 88.

Die nach den drei Coordinaten- und Elasticitätsaxenrichtungen geltenden Werthe von $\mathfrak{W}_i$ und $\mathfrak{B}_i$ verhalten sich bei dem prismatischen Schwefel wie

$$\mathfrak{W}^7_a : \mathfrak{W}^7_b : \mathfrak{W}^7_c = \mathfrak{B}^3_a : \mathfrak{B}^3_b : \mathfrak{B}^3_c,$$

in Worten ausgedrückt: Die siebenten Potenzen der morphologischen Werthe für die einfachste Molekularreihe verhalten sich wie die dritten Potenzen der reciproken Werthe der optisch-axialen Dichte.

Dass dieser Satz für den Schwefel in seiner prismatischen Form zutrifft, erhellt aus der nachfolgenden Tabelle.

14. Tabelle. Vergleich der morphologischen Werthe mit den optisch-volumetrischen Werthen.

	Indices der Flächen	Molekularreihe	a	b	c
${}^{21}a_i$: :	p 111,	4, 5, 10	0,4272160	0,5249451	1
l_i			0,00007138	0,00005604	0.00002144
a_i : :	-	-	0,4271805	0,5248886	1
∢ W			23° 7′ 32″	27° 41′ 40″	
${}^{19,33}\mathfrak{W}_i$: :	542	1 : 1 : 1	*1.0679512*	*1,0497776*	*1*
$\mathfrak{B}_i$			0.5235269	0,4953937	0,4481392
$\mathfrak{B}_i$: :			1,17870	1,11792	1
$\mathfrak{B}_i^{3/7}$		1 : 1 : 1	*1,073003*	*1,048930*	*1*
-	p 111	4, 5, 10	0.4292012	0,5244650	1
∢ W			23° 13′ 45″	27° 40′ 31″	
± ⊿ W			— 5′ 53″	+ 1′ 9″	

Zur Erklärung der Rechnungsmethode sei Folgendes bemerkt. Der Vergleich zwischen $\mathfrak{W}_i$ und $\mathfrak{B}_i$ wurde für die mittlere Temperatur $t = 19°,33$ C. durchgeführt, weil für diesen Wärmegrad die frühere optische Tabelle 13 des Brechungsvermögens die Werthe von $\mathfrak{B}_i = \mathfrak{D}_i^{-1}$ angiebt. Deshalb wurde zuerst aus $a_i^{21°}$ mittelst $l_i^{21°}$ das Axenverhältniss $a_i^{19°,33}$ gerechnet und zwar für die gewöhnliche Grundpyramide p 111), sowie die Winkel W für Makrodoma und Brachydoma. Schliesslich folgt in der fünften Zeile in Cursiv gedruckt das mit $\mathfrak{W}_i$: : bezeichnete Axenverhältniss, welches gelten muss, wenn man die mögliche Krystallfläche, welcher nach dem jetzigen Axenverhältnisse a_i die Indices 542 entsprechen, als die Grundpyramide und Fläche der einfachsten Molekularreihe 1. 1. 1 annimmt. In der sechsten Zeile folgt aus Tabelle 13 $\mathfrak{B}_i$: das Verhältniss dieser Zahlen in der ersten und $\frac{3}{7}$ Potenz schliesst sich daran. Letztere sind ebenfalls in Cursiv gedruckt.

Ein Blick auf diese in Cursiv gedruckten Zahlen der fünften und achten Zeile zeigt deren ziffermässige Uebereinstimmung. Um dieselbe aber auch durch die Winkelconcordanz auszudrücken, wurde das »hypothetische Axenverhältniss« $\mathfrak{B}_i^z$, welches ebenfalls nur für die Molekularreihe (1, 1, 1) gelten kann, durch Multiplication mit 4, 5, 10 in ein Axenverhältniss umgewandelt, welches der Molekularreihe (4, 5, 10), also der gewöhnlichen Grundpyramide $p(111)$ entspricht und aus letzterem wieder die Winkel des Makro- und Brachydomas gerechnet.

Die in der letzten Zeile angegebene Differenz zwischen den thatsächlich beobachteten und den nach obigem Verfahren gerechneten Winkeln W beträgt nur — 5′ 53″ und + 1′ 9″. Die Geringfügigkeit dieser Differenz erregte mein Bedenken, doch würden geringe Aenderungen an $\mathfrak{W}_i$ oder $\mathfrak{B}_i$ das Resultat nicht wesentlich verschlechtern. Ich gebe daher die Ziffern ohne weiteren Commentar.

Wertheim und neuestens Heen geben an, dass ihre Formeln auf eine Molekularfunction

$$f(r) = r^{-5}$$

zurückführen. Ob eine solche Beziehung zwischen Atomlagerung und optischen Eigenschaften existirt, entzieht sich bis nun jeder Erörterung.

Wien, Februar 1890.

A. Schrauf.

Inhalt.

X. Beiträge zur Krystallstructurtheorie.

3. und 4. Mittheilung.

Von

L. Wulff, Schwerin in Mecklenburg.

(Mit 4 Holzschnitten.)

3. Versuch einer Structurtheorie der nicht krystallisirten Substanzen.

Die Anschauungen, welche über die Structur (resp. Structurlosigkeit) der nicht krystallisirten Körper herrschen, sind nicht ohne Einfluss auf die Vorstellungen, welche wir uns über die Krystallstructur bilden, daher dürfte der folgende kleine Artikel wohl unter meine Beiträge über Krystallstructur eingereiht werden dürfen. Der Zusammenhang beider Vorstellungen ist ein doppelter:

Erstens wurden in den voraufgehenden Decennien die nicht krystallisirten Körper mit Vorliebe untersucht, so dass uns manche Eigenschaften der letzteren besser als bei Krystallen bekannt sind. Sollen diese Kenntnisse auf krystallisirte Substanzen übertragen werden, so kann dies am besten geschehen, wenn wir über die Structur beider Arten von Materien eine möglichst bestimmte Vorstellung haben. Sollen die physikalischen Eigenschaften beider mit einander verglichen werden, so hat der Vergleich auch die Structuren beider zu berücksichtigen.

Zweitens bilden die krystallisirten Körper sich meistens aus nicht krystallisirter Materie, und je nach der Vorstellung, die wir von dem Aufbaue der krystallisirenden Masse haben, wird auch die Vorstellung von der Structur der entstandenen Krystalle variiren können.

So ist es denn auch ganz natürlich, wenn Diejenigen, welche die Theorie der Krystalle ableiteten, häufig von den Vorstellungen über die nicht krystallisirten Medien ausgingen und daran vergleichend (resp. entwickelnd)

die Anschauungen über die Krystalle anschlossen. Wir finden diesen Entwickelungsgang noch erst von Groth eingeschlagen*).

In Betreff der Molekulargrösse stellt Groth die nicht krystallisirten Modificationen einer Materie (luftförmig, flüssig, amorph) mit den krystallisirten Modificationen in eine einheitliche Reihe. Während aber Groth, wie auch die meisten**) anderen Autoren, die Structur der amorphen Körper als gänzlich regellos darstellt, so dass sie keinerlei Beziehungen zur Structur der Krystalle zeigen, soll hier versucht werden, eine Structur für die nicht krystallisirten Substanzen zu entwickeln, die beide, wenn auch nicht ähnlich erscheinen lässt, so doch vergleichbar macht und die nicht krystallisirte Materie weniger verschieden von der krystallisirten Materie darstellt, als es bisher üblich war.

Am liebsten würde ich ganz einheitlich verfahren und bei der Theorie der in Gleichgewichtslage neben einander gruppirten Gaspartikel anfangen; aber jeder Versuch, etwas mehr Ruhe in die Gastheorie zu bringen als bisher, würde uns zu weit aus dem Rahmen der Zeitschrift bringen, und so will ich mich damit begnügen, nur die Structur der nicht gasförmigen, nicht krystallisirten Körper näher zu besprechen.

Die auch sonst vielfach acceptirte Hypothese, von der ich ausgehe, ist folgende: Die Molekeln der Körper berühren einander nicht, sondern sie ziehen sich an im umgekehrten Verhältnisse zum Quadrat der Entfernungen ihrer Schwerpunkte, und es wirken zwischen ihnen abstossende Kräfte, die höheren Potenzen der Entfernungen umgekehrt proportional sind.

Betrachten wir zwei Körperpartikelchen und denken wir uns dieselben gänzlich unbeeinflusst von ihrer Umgebung, so werden sich dieselben im Gleichgewichte befinden, wenn ihre Schwerpunkte sich in einer Entfernung E befinden, für die die abstossenden und anziehenden Kräfte sich gegenseitig aufheben. Tritt noch ein drittes Körpertheilchen hinzu, so sind die drei Theilchen dann im Gleichgewichte, wenn ihre Schwerpunkte die Ecken eines gleichseitigen Dreieckes bilden. Sind die Entfernungen der Atome der Moleküle sehr klein gegen E, so ist auch die Dreiecksseite gleich E zu setzen. Ist dies nicht der Fall, so kann die Kantenlänge mehr oder weniger von E abweichen. Tritt noch das Theilchen IV hinzu, so werden sich die vier Theilchen so aufstellen, dass ihre Schwerpunkte die Ecken eines regulären Tetraëders bilden. Für die Kantenlängen gilt dasselbe, was

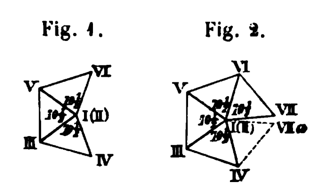
*) Ueber die Molekularbeschaffenheit der Krystalle. Festrede in der königl. bayr. Akad. der Wiss. zu München 1888.

**) Eine gänzlich abweichende Darstellung für die amorphen Körper finden wir bei O. Lehmann (diese Zeitschr. 1, 117).

Hier werden die amorphen Körper dargestellt als Mischungen von festen und flüssigen Theilen, so dass also die amorphen Körper in ihrer Structur einen Uebergang zwischen den beiden anderen Modificationen bilden würden.

ich für die Dreiecksseiten angab, d. h. dieselben können um so mehr von E abweichen, je grösser die Entfernungen der Atome vom Molekülcentrum im Vergleiche zu E sind. Tritt das fünfte Theilchen V hinzu, so bilden die Centren der fünf Theilchen die Ecken eines Doppeltetraëders, dessen gemeinsame Basis irgend drei Theilchen des Tetraëders I, II, III, IV bilden, etwa I, II und III. Die beiden Theilchen IV und V sind, für sich allein betrachtet, nicht im Gleichgewichte, sondern sind bestrebt, sich einander zu nähern, was aber die drei zwischenliegenden Molekeln I, II und III verhindern. Es müssen also die Seitenkanten $= E - \varepsilon$, die gemeinsamen Grundkanten $E + \varepsilon'$ geworden sein. Setzen wir diese Betrachtung fort, so finden wir, dass die Moleküle bestrebt sind, sich in den Ecken von Tetraëdern aufzustellen. Da auf eine und dieselbe Kante einzelne benachbarte Molekeln verlängernd, andere verkürzend einwirken, so können die Tetraëder als nahezu reguläre angesehen werden.

Könnten nahezu gleich gestaltete Tetraëder den Raum continuirlich ausfüllen, so müsste ein Körper, dessen Theilchen bestrebt sind, sich in den Ecken von tetraëdrischen Räumen aufzustellen, die Structur eines Raumgitters haben. Das ist aber nicht der Fall, und setzen wir obige Betrachtung fort, so kommen wir bald zu Tetraëdercomplexen, die wenig stabil sind. Lassen wir sechs Theilchen drei Tetraëder bilden, die die Kante I, II gemein haben, so ist der Complex noch sehr stabil. In Fig. 1 ist der Complex projicirt auf eine zu I, II senkrechte Ebene dargestellt. Das Theilchen VI wird zwar von IV derartig angezogen, dass es vermöge dessen sich nach rechts unten zu bewegen strebt; aber schon die von III ausgehenden Kräfte gleichen dies mehr als vollständig aus, so dass die von V ausgehenden Kräfte das Theilchen VI so stabil an seiner Stelle erhalten, dass es nur durch äussere Kräfte, die stärker sind als die zwischen V und VI wirkenden molekularen Kräfte, von seinem Platze fortbewegt werden kann.



Anders gestaltet sich die Stabilität, wenn noch ein siebentes Theilchen VII (Fig. 2) hinzutritt. Es kann dies in zweierlei Weise geschehen: entweder bilden I, II, VI, VII oder I, II, IV, VIIa ein Tetraëder. Eine verhältnissmässig geringe Kraft genügt, um die siebente Molekel aus der Lage VII in die Lage VIIa überzuführen und umgekehrt. Wenn die siebente Molekel sich in VII befindet, so ist auch die Lage von IV wenig stabil, wenn sich die siebente Molekel in VIIa befindet, so ist die Lage von VI wenig stabil.

Schon dieser kleine Complex von sieben Molekeln lässt uns die drei wesentlichen Eigenschaften der Tetraëderstructur erkennen. Erstens wird der Raum nicht gleichmässig continuirlich ausgefüllt, sondern es entstehen Zwischenräume zwischen den einzelnen Tetraëdern, die grösser sind als die

Tetraëderräume, und die als Poren zu bezeichnen sind. Der Raum zwischen I, II, VII, IV ist zwar nur wenig grösser als ein Tetraëderraum, treten aber zu den sieben Molekeln neue hinzu, so entstehen neue Tetraëder, die nicht mehr die Kante I, II enthalten können. Sucht man alle Tetraëder, die etwa die Ecke I gemeinsam haben, so erkennt man leicht, dass eine Reihe von verschieden grossen, mehr oder weniger complicirt gestalteten Poren entsteht, die verschiedentlich mit einander communiciren. Da sich die Lagerungen durch körperliche Zeichnung nicht recht deutlich wiedergeben lassen, so habe ich die Lagerung hier nicht weiter im Speciellen dargestellt.

Zweitens ist die Lage vieler Moleküle eine wenig stabile, so dass dieselben in Folge von geringen Kräften in andere Gleichgewichtslagen übergeführt werden können, und zwar sind dies die Moleküle in der Nachbarschaft der Poren.

Wir erkennen weiter, dass der Complex der von I bis VII gebildeten Tetraëder eine Symmetrieebene hat, und so sind in einem grösseren Haufen von nach Tetraëdern aufgebauten Molekeln sehr viele solche Reihen von je fünf Tetraëdern mit einer gemeinsamen Kante vorhanden, aber die Symmetrieebenen derselben schneiden sich in der mannigfaltigsten Weise. Aendert eins der stabilen Theilchen seinen Platz, so ändern ihn auch oft mehrere benachbarte, und dann ändert auch eine grosse Anzahl von Symmetrieebenen ihre Lage.

Weil die bisher entwickelte Tetraëderstructur mir im Stande zu sein scheint, die wesentlichsten Eigenschaften der amorphen und flüssigen Körper zu erklären, so halte ich dieselbe für die Structur derselben. Wie eine Reihe von Eigenschaften derselben in Beziehung stehen zu den Eigenschaften der Tetraëderstructur, will ich weiter unten entwickeln, vorerst möchte ich noch die hier entwickelte Structur mit der Krystallstructur in Kürze vergleichen und mit der meist für amorphe und flüssige Körper angenommenen Structurlosigkeit.

Es tritt sowohl die Aehnlichkeit als auch die Differenz mit der Krystallstructur deutlich hervor. Die kleinsten Theilchen aller nichtgasförmigen Körper haben bestimmte, von der Grösse der zwischen den Molekeln wirkenden Kräfte abhängige Entfernungen von einander, und stellen sich in bestimmten Gleichgewichtslagen auf. Beide Structuren können durch Zutritt neuer, in stets analoger Weise verbundener Molekeln vergrössert werden.

Bei der Krystallstructur müssen wir noch Ursachen annehmen, welche entweder die Molekel oder bestimmte Axen derselben parallel zu stellen bestrebt sind, auf deren Natur wir im Rahmen dieser Arbeit nicht einzugehen haben.

Die Krystallstructur und die Tetraëderstructur unterscheiden sich durch ihre Elementarräume, die bei letzterer dem Namen entsprechend Tetraëder,

bei den einfachsten Punktsystemen dreiseitige Prismen oder Parallelepipede sind, sonst wesentlich complicirtere Elementarräume*).

Die tetraëdrische Anordnung ist höchstens fünfmal in einer Ebene und um eine Axe wiederholbar, während dies bei der Krystallstructur unendlich oft geschehen kann. Bei der Tetraëderstructur ist der Raum nicht gleichmässig mit Molekeln aufgefüllt, während dies bei der Krystallstructur der Fall ist.

Vergleichen wir die vielfach übliche Ansicht über die inneren Bewegungszustände, die bei Flüssigkeiten angenommen werden, mit der entwickelten Tetraëderstructurtheorie, so setzt die erste Ansicht bei Flüssigkeitspartikeln, ähnlich wie bei der Theorie der Gase, eine den Theilchen selbst zukommende Bewegungstendenz voraus, während die hier entwickelte Anschauung dieselben nicht mit einer eigenen Bewegungstendenz versieht, sondern die gegenseitige Anziehung (resp. Abstossung) der Theilchen als Bewegungsursache setzt, und aus der Structur die Möglichkeit der Bewegung ableitet.

Im Vergleiche mit der üblichen Ansicht über die Structurlosigkeit zeigen sich gleichfalls bei der vorliegenden Structurtheorie sowohl Analogien, als auch Abweichungen. Zur Erklärung der physikalischen Eigenschaften amorpher Körper muss immer eine von Theilchen zu Theilchen stets wechselnde Orientirung der Theilchen angenommen werden. Bei der Annahme von »völliger Regellosigkeit« der Anordnung der Theilchen folgt dieser stetige Wechsel aus der Wahrscheinlichkeitslehre, bei der hier entwickelten Structur folgt er aus ihr selber, da die Structur weder stetig, noch periodisch wiederholbar ist.

In der bisherigen Theorie wurde stets die Geschwindigkeit der Abscheidung (resp. Erkaltung) als ein Grund angesehen für die Bildung der amorphen Massen. Die Erfahrung zeigt, dass es vielfach der Fall ist, dass je nach der Geschwindigkeit eine Bildung fester amorpher oder fester krystallisirter Masse eintritt. Dieser Einfluss der Zeit ist aber nicht zu überschätzen. Es findet sich in der Natur eine Reihe von amorphen Mineralvorkommnissen, die von so vollkommener Ausbildung sind, dass die Ansicht, es hätte bei der Ausbildung der festen Masse die Zeit gefehlt zur Anordnung der Moleküle nach Krystallstructur, sehr unwahrscheinlich ist.

Bei meinen Zuckerstudien hatte ich Gelegenheit, bei Raffinose zu untersuchen, wie diese Substanz eine grosse Tendenz hat amorph zu erstarren. sowohl für sich, als auch mit Wasser gemischt; erst nach Wochen war zum Theil ein Weiterwachsen der eingeworfenen Krystalle zu erkennen, während

*) Schönflies, Reguläre Gebietstheilungen des Raumes. Göttinger Nachrichten 1888, 223.

analog zusammengesetzte Zuckermassen innerhalb weniger Minuten dies erkennen lassen. Da meine Entwickelung die Structur der amorphen Körper als eine ganz bestimmte Anordnung der Theilchen erscheinen lässt, so ergiebt sich auch daraus, dass den amorph angeordneten Partikeln eine bestimmte Stabilität zukommt, die sich von der Stabilität der krystallisirten Substanzmodification mehr oder weniger unterscheidet. Ist die Stabilität der amorphen Substanz nicht geringer als der krystallisirten, so geht eine Umlagerung nicht von statten. Je mehr die Stabilität der krystallisirten Substanz diejenige der amorphen Substanz übertrifft, desto leichter geht die letztere in die krystallisirte über. So können Substanzen vorkommen, die nur amorph, oder nur krystallinisch, oder in beiden Modificationen vorkommen.

Dass die Geschwindigkeit der Abscheidung oder Erstarrung von wesentlichem Einflusse auf die Ausbildung der amorphen oder krystallisirten Modification ist, erhellt auch aus meiner Darstellung. In der Tetraëderstructur genügen schon vier orientirte Partikel, um ein stabiles körperliches Gebilde, einen »Elementarraum« zu bilden, während bei der krystallisirten Materie, deren Elementarräume im einfachsten Falle Prismen oder Parallelopipede sind, mindestens sechs bis acht Partikel sich gegenseitig orientiren müssen. Bei der amorphen Modification können sich stets einzelne Partikel mit dem gebildeten Complexe verbinden, bei Krystallen herrscht die Tendenz zur Bildung von ebenen Begrenzungsflächen vor, so dass das Wachsthum gewissen Einschränkungen unterworfen ist, die bei der amorphen Modification wegfallen.

Beim Erstarren liegen die Verhältnisse analog, auch hier begünstigt die Schnelligkeit der Erstarrung die Bildung der amorphen Modification. Es sind hierbei zwei Annahmen möglich: entweder sind die Moleküle der festen amorphen Masse dieselben wie die der flüssigen Modification des erstarrenden Körpers (dann muss natürlich die Umbildung der Flüssigkeitsmolekeln in die Molekeln der krystallisirten Substanz eine gewisse Zeit in Anspruch nehmen, und wenn diese fehlt, so ist die Bildung der krystallisirten Modification unmöglich), oder es sind die Moleküle der amorphen Masse von denen der erstarrenden Flüssigkeit verschieden (dann haben wir nach den thermischen Vorgängen, die bei der Umbildung fester amorpher Massen in die krystallisirte Modification vorkommen, anzunehmen, dass die Molekeln der amorphen Modification minder complicirt sind wie die der krystallisirten, und dann verlangt natürlich die Bildung der krystallisirten Modification auch mehr Zeit als die Bildung der amorphen).

Die Eigenschaften der Tetraëderstructuren können sehr verschieden sein, je nachdem die Stabilität der bei den Poren stehenden Molekeln sehr gering oder gross ist. Sehr gering ist sie bei den vollkommenen Flüssigkeiten, gross bei den festen amorphen Körpern, so dass nach den hier ent-

wickelten Ansichten der oft citirte Ausspruch von J. N. Fuchs gelten würde: Man könne die amorphen Körper als feste Flüssigkeiten ansehen, und sein Nachsatz könnte wegbleiben, »wenn dies nicht eine contradictio in adjecto wäre«, denn die Structur der Flüssigkeit kann sehr wohl in eine feste übergehen. Die Berechtigung der Zusammenfassung von Flüssigkeiten und amorphen festen Körpern zu einer Gruppe ergiebt sich aus dem Verhalten beider. Die optischen Eigenschaften von Flüssigkeiten und normal entwickelten festen amorphen Körpern sind dieselben. Der Widerstand, den sie der Formveränderung entgegen setzen, lässt allerdings die vollkommenen Flüssigkeiten und die festen amorphen Körper als wesentlich verschieden erscheinen, aber durch zahlreiche Uebergänge gehen beide Zustände in einander über, so dass eine einheitliche Zusammenfassung durchaus nicht naturwidrig erscheint. Schon bei denjenigen Substanzen, die wir als vollkommene Flüssigkeiten ansehen, finden wir Verschiedenheiten, wenn man die Flüssigkeiten, die als »leicht beweglich« oder »ölig« bezeichnet zu werden pflegen, vergleicht. Auch beim Schmelzen von amorphen Körpern geht dem vollständigen Verflüssigen ein Erweichen voraus, so dass als Schmelzpunkt nur eine ungefähre Temperatur angegeben werden kann.

Am Vollständigsten giebt unsere Theorie über mehrere Eigenschaften von Lösungen und Mischungen flüssiger Körper Aufschluss. Wenn eine Flüssigkeit mit einer anderen mischbar ist, so könnten sich die Theilchen nur dann indifferent neben einander lagern, wenn die Theilchen beider Flüssigkeiten sowohl unter sich selbst als auch unter einander gleich stark anziehen, was aber bei der ungleichen Constitution verschiedener Substanzen ausgeschlossen ist. Werden deswegen verschiedene mischbare Flüssigkeiten zusammen gebracht, so tritt erst dann ein Gleichgewichtszustand ein, wenn die Vertheilung beider Flüssigkeiten unter einander bis zur Gleichmässigkeit erfolgt ist. Dasselbe muss eintreten, wenn sich eine feste Substanz in einer Flüssigkeit löst. Werden also derartige Flüssigkeiten über einander geschichtet, so müssen sie gegen einander diffundiren und zwar gegenseitig. Mischung der Flüssigkeiten ist nur dann möglich, wenn die Theilchen sich unter einander stärker anziehen als unter sich selbst; dieser Ueberschuss der gegenseitigen Anziehung über die Anziehung der eigenen Theilchen ist am stärksten, wenn sich die Flüssigkeiten im ungemischten Zustande berühren. Werden verschiedene Gemische beider über einander geschichtet, so ist der Ueberschuss der Anziehung um so geringer, je ähnlicher sich die Gemische sind; dies ist bei der Diffusion auch stets der Fall.

Da die Flüssigkeiten Poren haben, so steht zu erwarten, dass die Theilchen einer zweiten Flüssigkeit sich am leichtesten in diesen aufstellen. Hierdurch wird eine Contraction beim Mischen von Flüssigkeiten bedingt,

wie wir sie auch in Wirklichkeit beobachten. Die Flüssigkeiten können sich beide verschieden gegen einander verhalten, je nachdem die eine oder die andere poröser ist, oder je nachdem die Moleküle derselben beschaffen sind. Mischt man Wasser und Alkohol, so zeigt sich dies. Mischt man mit 99, 98, 96, 92 Volumen Alkohol so viel Wasser, als nöthig ist, um das Volumen auf hundert zu bringen, so gebraucht man dazu

$1 + 1 \times 0{,}285$
$2 + 2 \times 0{,}270$
$4 + 4 \times 0{,}242$
$8 + 8 \times 0{,}202$ Volumentheilchen.

Mischt man 99, 98, 96, 92 Volumen Wasser mit so viel Alkohol, so gebraucht man

$1 + 1 \times 0{,}055$
$2 + 2 \times 0{,}056$
$4 + 4 \times 0{,}064$
$8 + 8 \times 0{,}068$.

So zeigt sich, dass die Wasserpartikel weit leichter in die Poren des Alkohol eindringen können, als umgekehrt. Da die Porosität des Alkohol beim Mischen geringer wird, so ergiebt sich, dass die Contraction schnell abnehmen muss.

Aehnliche Contraction ist auch beim Lösen fester Körper im Allgemeinen zu erwarten, wie solche auch nachgewiesen ist; fehlen kann sie, falls die gelöste Substanz Partikel hat, die sich nicht in den Poren aufstellen können, z. B. der Grösse der Partikel wegen.

Es sind an Lösungen eine Reihe von Eigenschaften erkannt, die man zu erklären gesucht hat dadurch, dass man die gelösten Substanzen in der Lösung im dissociirten Zustande vorkommend annahm. Man ist in den darauf bezüglichen Annahmen mehrfach zu weit gegangen, indem man die Existenz der sogenannten Molekülverbindungen in Lösung leugnete. Durch die Untersuchungen von Rüdorff*) ist einerseits nachgewiesen, dass die Doppelsalze in zwei Gruppen zerfallen, je nachdem sie in Lösung beständig sind oder darin sich zersetzen, und dass die zersetzbaren Doppelsalze in Lösungen mit einem Theile ihrer Partikel unzersetzt bleiben, wenn in der gesättigten Lösung noch festes Doppelsalz vorhanden ist.

Die Möglichkeit einer Dissociation und die grössere Wahrscheinlichkeit derselben bei grösserer Verdünnung ergiebt sich aus der von mir entwickelten Theorie. Die Contraction der Flüssigkeiten beim Lösen zeigt uns, dass die Theilchen des festen Körpers bestrebt sind, sich in den Poren der

*) Fr. Rüdorff, Zur Constitution der Lösungen I, II. Berichte d. deutsch. chem. Ges. 1888 S. 4, 1882.

Lösungsflüssigkeit aufzustellen, dies kann aber um so leichter geschehen, je kleiner die gelösten Theilchen sind, so dass die dissociirten Einzelsalzpartikel sich mit einer grösseren Contraction lösen werden als die Doppelsalzpartikel, und in einzelnen Poren wohl noch Einzelmoleküle, nicht aber noch Doppelmoleküle sich aufstellen können.

Hierher gehört auch noch eine andere Eigenschaft von Flüssigkeiten, in denen nur wenig Partikel eines fremden Körpers enthalten sind, und auch diese Eigenschaft lässt sich aus der hier entwickelten Theorie erklärlich finden. Sind die fremden Theilchen nur in geringer Anzahl vorhanden, so nehmen sie die Räume der grössten Poren ein. Diese liegen aber, wie die Aufbauart es mit sich bringt, nicht unmittelbar neben einander. Die fremden Theilchen sind also durch Flüssigkeitstheilchen von einander getrennt und können sich nicht mit einander vereinigen, sind also gewissermassen dissociirt. So könnten die Verzögerungen in den Fällungen mit stark verdünnten Reagentien leicht verstanden werden. Bringen wir aber in eine solche (z. B. wässerige) Lösung eine Substanz, die sehr grosse Neigung hat, sich in die Poren des lösenden Körpers zu stellen (z. B. Alkohol), so verdrängen die Alkoholtheilchen schnell die noch nicht gefällten Theile. Dieser Vorgang dürfte eintreten, wenn Fällungen nur bei Zusatz von Alkohol glatt verlaufen. Umgekehrt wird bei Lösungen mancher organischer Körper in Alkohol durch geringen Zusatz von Wasser eine Fällung erzeugt, und zwar sind diese alkoholischen Lösungen noch empfindlicher gegen Wasser als die wässerigen gegen Alkohol, wie ja schon bei der Contraction von den Gemischen beider Lösungsmittel gezeigt wurde, wie kleine Mengen Wasser sich besonders stark in die Alkoholporen drängen.

Wenn feste amorphe Massen zur Abscheidung aus Flüssigkeit gelangen, so findet nach der hier entwickelten Theorie ein bestimmter Wachsthumsprocess statt. Da keine Richtung um das Wachsthumscentrum besonders ausgezeichnet ist, so findet die Anlagerung nach allen Seiten des Raumes hin gleichmässig statt, insofern nicht äussere Störungen hindernd einwirken, die natürlich die normale Anlagerung amorpher Partikeln ebenso ändern können, als sie dies beim Krystallwachsthume thun. Kann sich also eine amorphe Masse ungestört vergrössern, so geschieht dies in kugeligen Gebilden, die sich mehr oder weniger der idealen Gestalt nähern. Aendert sich im Verlaufe des Wachsthumes die Wachsthumsbedingung, so müssen die kugeligen Massen eine schalige Structur annehmen. Beginnt die Abscheidung nicht an einzelnen isolirten Stellen, sondern in Gestalt von Ueberzügen auf festen Unterlagen, so schliessen sich die umgelagerten oder angelagerten Partien der Form der Unterlage an.

Treffen zwei von verschiedenen Wachsthumscentren ausgehende amorphe Massen zusammen, so können sie sich nach der hier entwickelten

Theorie wesentlich anders verhalten als nach der bisher angenommenen Structurlosigkeit. Nach der alten Anschauung müssten die einander berührenden amorphen Massen ohne Weiteres in einander übergehen, während sie nach der hier entwickelten Tetraëderstructur sich analog verhalten können, wie die sich berührenden Krystallindividuen, die neben einander weiterwachsen. Soweit ich mich entsinnen kann, verhält sich eine Reihe von traubigen Vorkommnissen amorpher Mineralien durchaus meiner Theorie entsprechend.

Aus der Gegenwart der Poren der festen amorphen Körper, die bei starker Entwickelung derselben mehr oder weniger zusammenhängen, erklärt sich der Umstand, dass einige derselben mit flüssigen Körpern getränkt werden können und für diese mehr oder minder durchlässig sind, was bei normal entwickelten Krystallen nicht der Fall sein kann.

Da bei diesen letzteren Poren nicht vorkommen, so sollte man erwarten, dass bei krystallisirten Modificationen die Dichte grösser ist als bei den amorphen und flüssigen Modificationen derselben Substanz. Dies ist auch meistens der Fall; dass aber auch das Umgekehrte eintreten kann, zeigt unsere Theorie. Sowie die Gegenwart der Poren das specifische Gewicht der nach Tetraëderstructur aufgebauten Körper verringert im Vergleiche zu den porenlosen krystallisirten Körpern, so wirkt der Umstand vergrössernd auf die specifischen Gewichte, dass die benachbarten, nicht durch Poren getrennten Moleküle bei der Tetraëderstructur dichter angeordnete sind als bei den Krystallen. Sind die Kanten eines nach Tetraëderstructur angefüllten Raumes gleich a und die Anzahl der Moleküle ∞, so ist der von Tetraëdern ausgefüllte Raum mit Ausschluss der Poren, da, wie wir zu Anfang sahen, jedes hinzutretende Molekül zur Bildung eines Tetraëderraumes Anstoss giebt, gleich $a^3 \cdot \frac{\sqrt{2}}{12} \cdot \infty$. Ordnen sich eben so viele Partikel nach einem cubischen Raumgitter mit der Kante a, so entstehen auch fast ∞ Räume, die einen Raum von $a^3 . \infty$ ausfüllen. Je nachdem also bei der amorphen Modification die Porosität oder die Kleinheit der Elementarräume vorwiegt, ist dieselbe specifisch leichter oder schwerer als die krystallisirte Modification.

Dass die amorphe Modification der meisten Körper leichter löslich und leichter durch chemische Reagentien angreifbar ist, dürfte damit zusammenhängen, dass die amorphe Modification den Raum nicht continuirlich ausfüllt, so dass die Reagentien in den Körper dringen können, und weil, wie wir erst sahen, die in der Nähe der Poren aufgestellten Theilchen weniger stabil sind.

Ebenso wie aus der üblichen Ansicht der Regellosigkeit der Anordnung der amorphen Theilchen die Isotropie derselben gegen Licht und Wärme folgt, so ergiebt sich dieselbe auch aus unserer Structur, voraus-

gesetzt, dass die Bildung der festen amorphen Masse sich ohne Einfluss fremder fester Körper vollzogen hat. Ist dies nicht der Fall, trocknet zum Beispiel eine dünne Schicht von Gelatine auf einer ebenen Platte ein, so gilt dies nicht mehr, vielmehr werden die Theile der amorphen Masse, wo die Moleküle am dichtesten stehen, und die Poren unter dem Einflusse der Unterlage sich nicht mehr ganz beliebig lagern, sondern es werden sich einzelne Anordnungen häufiger in gleicher oder ähnlicher Lage bilden. So wird es erklärlich, dass die amorphen Substanzen, die sich nicht normal gebildet haben, oder die durch Druck, Zug oder Torsion beeinflusst werden, in mancherlei Weise die Eigenschaften anisotroper Körper annehmen können.

Da die Gestalt und Häufigkeit der Poren von der Grösse der zwischen den Molekeln wirkenden Kräfte abhängig sind, so ergiebt sich, dass die Structur einer und derselben amorphen Substanz verschieden ist, je nach der Temperatur. Ist die abkühlende amorphe Masse weich, so kann die Umlagerung leicht vor sich gehen, nicht aber wenn die Substanz schnell aus dem festen in den flüssigen Zustand übergeht. Es lassen sich daher aus der entwickelten Structur sehr wohl die Eigenschaften des sogenannten überkühlten Glases erklären. Da die Glasmassen sich so schnell abgekühlt und verhärtet haben, dass die Structur der höheren Temperaturen zum Theil sich erhalten hat, befindet sich die Masse gewissermassen im labilen Zustande, so dass beim Verletzen des Glases dasselbe von selbst zerspringt.

Bisher haben wir die Moleküle der amorphen Körper als punktartige Gebilde ohne besonderen Symmetriecharakter angesehen. Da wir ihnen aber einen solchen nicht absprechen können, so werden wir auch annehmen müssen, dass die Moleküle sich in bestimmter Weise aufstellen, die von der Structur der Tetraëdercomplexe abhängt, in denen die Molekeln stehen. Diese Orientirung der Moleküle selbst kann wieder einen bestimmten Einfluss ausüben auf die Vertheilung und Gestalt der Poren.

Nicht ohne Interesse dürfte dies für den Fall sein, dass die Moleküle, wie dies bei den optisch activen organischen Körpern der Fall ist, ohne Symmetrieebenen sind, so dass es von ihnen rechte und linke Molekeln geben kann. Treten ausschliesslich rechte oder linke Molekeln zur Tetraëderstructur zusammen, so werden auch die Porengestalt und Porenvertheilung für beide Modificationen nicht dieselben sein. Bedingt die Gestalt der rechten Moleküle eine bestimmte Gestaltung von Poren, so bedingt die Gestalt der linken Moleküle die enantiomorphe Gestaltung. Sollte diese Vertheilung und Gestaltung der Poren auch eine polarisirende Wirkung ausüben, so würde dieselbe bei beiden Modificationen eine analoge sein, das heisst eine Verstärkung (Verminderung) der Rechtsdrehung der einen Molekelart würde einer Verstärkung (Verminderung) der Linksdrehung der anderen Molekelart entsprechen. Ob ein solcher Einfluss vorhanden ist.

kann hier nicht entschieden werden, dagegen lässt sich aus der Tetraëderstructur eine andere bekannte Wirkung der enantiomorphen Moleküle in Lösung ersehen.

Löst man eine drehende Substanz in einer Flüssigkeit, die keinerlei chemischen Einfluss auf die Moleküle ausübt, so müssen doch die drehenden Moleküle eine bestimmte Wirkung auf die Anordnung der Theilchen der lösenden Flüssigkeit ausüben, die entweder verstärkend oder vermindernd wirkt, je nach der Natur des Lösungsmittels. Auch von der Concentration der Lösung hängt dieser Einfluss ab, und darf man wohl annehmen, dass der Einfluss um so intensiver ist, je weiter die drehenden Molekel auseinander stehen, da sie dann ihren Einfluss auf eine möglichst grosse Anzahl von Theilchen der lösenden Substanz erstrecken können. So erklärt es sich, dass die Drehung mit der Concentration variiren kann. Beim Rohrzucker zum Beispiel wächst sie mit der Verdünnung, so dass einprocentige bis einhalbprocentige Lösungen eine um 11 % grössere Drehung zeigen als concentrirte Lösungen.

Schlusswort.

Wenn ich es hier versucht habe, eine Structur der flüssigen und amorphen Körper zu entwickeln und diese Structur mit einer Reihe der Eigenschaften derselben in Beziehung zu bringen, so hat mich vor Allem der Wunsch geleitet, an Stelle der allzu unbestimmten üblichen Vorstellung eine etwas bestimmtere zu setzen. Ich bin mir der Schwierigkeiten der Durchführung sehr wohl bewusst gewesen, besonders da ich gänzlich ausser Stande war, eine Reihe von Fragen, die sich an die entwickelten Theorien knüpfen, experimentell zu erledigen. Hoffentlich genügt die gegebene Darstellung, um Fachgenossen zu veranlassen, bei experimentellen Untersuchungen auf die hier entwickelte Hypothese einzugehen, um für oder gegen dieselbe zu entscheiden, oder sie zu modificiren.

4. Ueber Beckenkamp's Bipolartheorie.

In seinem ersten Beitrage »Zur Symmetrie der Krystalle« hat J. Beckenkamp*) eine Structurtheorie der Krystalle aufgestellt, aus der die Unmöglichkeit der Existenz eines wirklichen holoëdrischen und holomorphen Krystalles folgt. Derselbe sucht nachzuweisen, dass alle Krystallmoleküle polar sein müssten; dann müssten alle Krystallindividuen hemimorph sein. Von den verschieden geometrisch abgeleiteten Krystallsystemen und Punktsystemen würde dann nur ein geringer Bruchtheil der Wirklichkeit entsprechen, nämlich die hemimorphen; die weitaus grösste Anzahl

*) Diese Zeitschr. 17, 321.

derselben würde nicht in der Natur realisirbar sein. Bei der Bedeutung, welche die Beckenkamp'sche Theorie (im Falle, dass sie sich als berechtigt erwiese) für die Krystallstructurtheorie hätte, wird es nöthig sein, die von Beckenkamp angeregten Fragen nochmals von etwas anderen Gesichtspunkten aus zu prüfen.

I. Beckenkamp schreibt: »Das Verhalten der Thermoströme ist aber dem der thermoëlektrischen*) Spannungen der Krystalle so ähnlich, dass man unbedingt auf eine ähnliche Ursache schliessen muss«.

II. Vorher heisst es, dass »nach Hankel'schen Beobachtungen thermoëlektrische Spannungen eine Eigenschaft aller Krystalle bilden.«

III. Weiter heisst es bei ihm: »Die Analogie der Thermoströme berechtigt zu dem Schlusse, dass die thermoëlektrischen Spannungen der Krystalle auf eine dauernde Verschiedenheit der Berührungsstellen je zweier benachbarter Moleküle zurückzuführen seien.«

Die sub I angegebene Prämisse zu dem Schlusse III stimmt schlecht überein mit der Angabe, die sich in demselben Hefte mit Beckenkamp's Arbeit befand. Durch Bäckström **) ist gezeigt, dass die Thermoëlektricität der Krystalle nach allen Richtungen senkrecht um eine Hauptaxe und nach allen Richtungen eines regulären Krystalles gleich sei, während dies bei der Pyroëlektricität bekanntlich nicht der Fall ist (z. B. Quarz). Hieraus ergiebt sich, dass die Aehnlichkeit der beiden sub I genannten elektrischen Erscheinungen nicht ganz so gross ist, wie Beckenkamp annimmt.

Aber auch selbst bei voller Gültigkeit von I ist der Schluss III in seiner zweiten Hälfte nicht zulässig, es kann stricte nur heissen »auf eine Verschiedenheit der sich im Krystalle berührenden Theilchen«. Ob es die verschiedenen Enden der bipolaren Moleküle oder die im Krystallmoleküle sich berührenden verschiedenen Atome resp. Atomcomplexe sind, muss unentschieden bleiben. Auf die Möglichkeit dieser verschiedenen Erregungsursachen werde ich weiter unten eingehen.

Bei Schlussfolgerungen über die elektrischen Erscheinungen, die beim Erwärmen von Krystallen auftreten, haben wir noch zweierlei zu berücksichtigen. Erstens darf man nicht alle Eigenschaften unmittelbar auf die Eigenschaften der Krystallmoleküle zurückführen. Zweitens sind mit der

*) Die Bezeichnung »thermo« wird von Physikern verschieden angewandt; es mag daher hier erwähnt sein, dass unter thermoëlektrischen Spannungen hier von Beckenkamp die sonst auch pyroëlektrischen Spannungen bezeichnet werden, die beim Erhitzen von Krystallen vorkommen. Ich werde deswegen in dieser Notiz für die betreffenden Erscheinungen die Bezeichnung »pyroëlektrisch« gebrauchen, und die Vorsylben »thermo« nur anwenden, wenn es sich um elektrische Erregungen handelt, die direct auf die Erwärmung zwei verschiedener, sich berührender Körper zurückzuführen sind.

**) Diese Zeitschr. 17, 425.

Temperaturänderung eines Krystalles andere Vorgänge verbunden, die schon für sich allein elektrische Erscheinungen hervorrufen.

1) Die geometrische Theorie der Krystallstructur setzt allerdings voraus, dass alle Punkte eines Raumgitters, alle Punktner eines regelmässigen unendlichen Punktsystemes (resp. die Polyëder Bravais') von gleicher Art und Lage sind. In einem wirklichen Krystallindividuum, dessen Bau die erwähnten mathematischen Gebilde darstellen sollen, müssen deswegen auch die Krystallmoleküle von gleicher Art und Lage angenommen werden. Aber eine absolute Gleichheit ist in einem wirklichen Krystalle nicht möglich, da alle Krystalle von endlicher Ausdehnung sind. Dann ist die Lage der einzelnen Krystallmoleküle nicht im Inneren (wo nach allen Seiten mehr oder minder gleichmässig vertheilt andere Krystallmoleküle um dieselben herumliegen) absolut dieselbe wie an der Oberfläche (wo die Krystallmoleküle nur nach einer Seite oder vorwiegend nach einer Seite von anderen Krystallmolekülen umgeben sind).

Die Regelmässigkeit eines mathematischen Systemes erreicht der Aufbau eines wirklichen Krystalles nicht, so vollkommen auch manche Producte der Natur erscheinen mögen. Nicht anomale Krystalle giebt es nur insofern, als die Anomalien für die Unvollkommenheit unserer Erkenntniss zu gering sind. Daher werden alle Krystalle geringere oder grössere Abweichungen von der absolut gleichmässigen Vertheilung der Elektricität zeigen (man vergleiche Groth's Lehrbuch, 2. Aufl., S. 182).

2) Bei jeder Erwärmung treten Spannungen auf, beim Erkalten muss die erkaltende äussere Schicht einen Druck auf den eingeschlossenen Krystall ausüben. Aber sowohl bei Spannung als bei Druck ist für eine Reihe von Krystallen (am intensivsten am Kalkspath) *) Elektricität nachgewiesen. Deshalb haben wir bei Temperaturänderungen von Krystallen, die keinerlei Bipolarität erkennen lassen, doch elektrische Spannungen zu erwarten.

Dass der Beckenkamp'sche Schluss nicht für alle Fälle zutrifft, lehren uns die Consequenzen, die aus jenem Schlusse folgen. Aus demselben folgt, dass alle holoëdrischen Krystalle aus einer Anzahl von hemimorphen Individuen bestehen, die »zwillingsartig« mit einander verbunden sind. Beckenkamp führt z. B. in seiner Arbeit aus, wie aus Hankel's Angaben folge, dass ein holoëdrisch erscheinender Krystall von Topas ein Zwilling gewesen sein müsste mit parallel entgegengesetzt gerichteten Hauptaxen der Individuen. Beim Zucker sind Zwillinge häufig, bei denen die gleichen Pole der Individuen einander zugewandt sind. Zerbricht man solche Zuckerkrystalle, so verhalten sich die Bruchstücke wie hemimorphe, beim Erwärmen bipolare Individuen. Dieser Vorgang, den auch Hankel für den scheinbar holoëdrischen Topas angiebt, müsste bei allen holoëdri-

*) Riess, Reibungselektricität 2, 403.

schen Krystallen stattfinden. Sollte also Beckenkamp seine Ansicht aufrecht erhalten, so müsste Derselbe nachweisen, dass die Bruchstücken der holoëdrischen Krystalle sich wie elektrisch bipolare Individuen verhalten. Dies gilt z. B. für gepulverten Turmalin. Wird das Pulver erhitzt, so ballt es sich ähnlich wie magnetische Eisenfeile zusammen, ebenso beim Erkalten, nicht aber, wenn die Temperatur des Pulvers sich nicht ändert.

Würden die elektrischen Spannungen beim Erhitzen ausschliesslich auf die Beckenkamp'sche Annahme zurückzuführen sein, so würde es unbegreiflich sein, was B. nach Hankel citirt: »Die Vertheilung der Elektricität auf nicht hemimorphen Krystallen hängt ausser von dem molekularen Gefüge von der äusseren Gesammtform ab und kann durch Veränderungen derselben in bestimmter Weise modificirt werden.«

Ich will jetzt versuchen, eine Ableitung der Pyroëlektricität zu geben, so weit sie direct durch die Erwärmung der Krystallmoleküle bedingt ist, und wird sich dabei zeigen, dass gerade der letzte Satz (welcher der Beckenkamp'schen Annahme widerspricht) sich als nothwendig aus der Ableitung ergiebt. Aendert sich die Temperatur zweier einander berührender Körper, so tritt eine Entwickelung von Elektricität auf. Ja, es ist nicht einmal nöthig, dass die Körper chemisch verschieden sind, auch die nur im molekularen Gefüge verschiedenen Modificationen desselben Körpers (z. B. gehärteter und geglühter Kupferdraht) können zu einem, wenn auch schwachen Thermoelemente verbunden werden. Auch innerhalb der Krystallmoleküle (mit Ausnahme derjenigen der Elemente) sind Atome verschiedener Elemente mit einander verbunden. Aendert sich die Temperatur der Krystallmoleküle, so werden also auch wohl elektrische Ströme auftreten an den Stellen der Krystallmoleküle, wo die Atome mit einander verbunden resp. einander am nächsten sind.

Betrachten wir je eine Krystallmolekülreihe von zwei verschiedenen rhombischen Krystallen. deren Moleküle aus vier Atomen a und zwei Atomen b bestehen mögen. Einmal seien die Atome zu einem holoëdrischen Complexe angeordnet, so dass (Fig. 3) die vier Atome a die Ecken eines Quadrates bilden, während die zwei Atome b ausserhalb desselben, in der Verbindungslinie der Mitten zweier gegenüber liegender Quadratseiten liegen.

Fig. 3.

Das zweite Mal mögen die vier Atome a ebenso liegen, die zwei Atome b aber an einer Seite des Quadrates (Fig. 4, S. 190). Das erste in beiden Figuren rechts gelegene Krystallmolekül sei das äusserste am einen Ende der Reihe, das erste links sei das äusserste am anderen Ende der Reihe. Die mittleren Moleküle der Figuren seien die beiden centralen Moleküle der Krystalle. Beide Reihen sind nur zum Theil gezeichnet,

bei den punktirten Stellen ist eine grosse Anzahl von Molekeln zu ergänzen. Nehmen wir an, dass beim Erwärmen der positive Strom von der Berührungsstelle zu *a* gehe, und setzen zuerst voraus, dass der ganze, nach allen Ausdehnungen ziemlich gleich grosse Krystall, dem die Reihe von Fig. 3 angehört, von aussen her ringsum gleichmässig erwärmt wird.

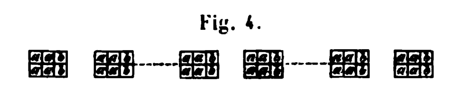
Am rechten Ende der Reihe berührt im ersten Molekül das erste Atom *b* das erste Atompaar *a*. Der positive Thermostrom ist also nach links hin gerichtet. Dasselbe gilt von dem dritten und allen ungeraden Atomen *b* und den ungeraden Paaren *a*. Das zweite Atom *b* berührt das zweite Atompaar *a*, und ist, wie leicht aus Fig. 3 ersichtlich ist, beim Erwärmen der Thermostrom den eben abgeleiteten entgegengesetzt gerichtet. Dasselbe gilt für das vierte, sechste *b* u. s. w. und die geraden Atompaare *a*. Sind die Erwärmungen für die ungeraden und geraden Verbindungen gleich, so sind auch die Thermoströme gleich, und heben sich auf, weil sie entgegengesetzt gerichtet sind. Diese Gleichheit der Erwärmung ist aber nicht vorauszusetzen, und ist es gleichgültig, ob wir die Erwärmung als Strahlung oder Leitung eintreten lassen, dieselbe wird für die äusseren Enden schneller eintreten als für die nach innen gewandten. Es überwiegen also die positiven nach innen gerichteten Thermoströme die nach aussen gerichteten, so dass wir am rechten Ende positive Elektricität erzeugt finden. Da die so erzeugten Elektricitätsmengen durch Ausgleich nahezu gleicher Ströme entstehen, so haben wir zu erwarten, dass die so entstandenen Spannungen nur sehr gering sein werden. Dies entspricht auch dem Thatbestande, dass die an holoëdrischen Krystallen beobachteten Spannungen nur schwach sind und zum Theil erst durch neuere empfindlichere Untersuchungsmethoden constatirbar waren.

Betrachten wir jetzt die Krystallmoleküle am linken Ende der Reihe, so lehrt uns die gleiche Betrachtung, dass die vorwiegenden positiven thermoëlektrischen Ströme auch wieder nach innen gerichtet sind, so dass die Reihe sich durchaus so verhält, wie wir es an holoëdrischen vollständigen Krystallen beobachten. Zeigt sich an einem solchen Krystalle am Ende einer Axe beim Erwärmen positive Elektricität, so ist auch das andere Ende der Axe positiv, und die negativen Pole der in zwei Halbaxen zerfallenden Axen liegen im Centrum.

Es sei dieselbe Reihe (Fig. 3) einem rhombischen, länglich säulenförmigen Krystalle angehörig, bei dessen Erwärmung also die Temperaturerhöhung vorwiegend nicht von den Enden her, sondern senkrecht zur Längsrichtung der Säule, d. i. auch senkrecht zur Reihe in Fig. 3 vor sich geht. Es erhellt leicht, dass diese von der Seite her eindringende Erwärmung keinerlei elektrische Spannung beobachtbar macht, denn bei der Erwärmung senkrecht zur Axe ist das äussere Molekülende und das innere in gleicher Lage, so dass die in beiden Enden erregten Ströme sich vollständig

ausgleichen. So zeigt die Reihe die Eigenschaft, dass das Auftreten der elektrischen Spannungen auch von der zufälligen äusseren Gestalt und von der Ausbreitungsart der Erwärmung beeinflusst wird. Ich hatte schon darauf hingewiesen, dass sich die holoëdrischen Krystalle ebenso verhalten, und dass dieses Verhalten mit der von Beckenkamp acceptirten Hypothese nicht übereinstimmt.

Fig. 4.



Betrachten wir jetzt die in der Molekelreihe Fig. 4 erregten elektrischen Ströme. Es sind drei Annahmen möglich über die Art der Erregung. Erstens kann man mit Beckenkamp annehmen, dass die elektrischen Erregungen ausgehen von der Stelle, wo die entgegengesetzt gebildeten Molekelenden sich berühren, resp. einander am nächsten sind. Zweitens kann man annehmen, dass die elektrischen Erregungen ihren Ursprung im Moleküle haben, da wo die Atome *b* und *a* mit einander verbunden sind. Drittens kann man beide Erregungsarten als combinirt voraussetzen.

Für die beiden ersten Fälle ist die Betrachtung eine ganz gleiche. Die Erwärmung mag an einem Ende eintreten, oder an beiden, oder von der Seite her, sind die hemimorphen Molekel nur alle parallel gestellt, so sind alle erzeugten positiven (wie negativen) Ströme gleichgerichtet und verstärken sich so in ihrer Wirkung.

Complicirter gestaltet sich die Betrachtung, wenn wir annehmen, dass die elektrischen Erregungen sowohl in, als zwischen den Molekülen vor sich gehen. Erwärmt man die Reihe in Fig. 4, so ist es gleichfalls gleichgültig, von welcher Richtung aus die Erwärmung vor sich geht. Um daher die Verschiedenheit von der Reihe in Fig. 3 deutlich hervortreten zu lassen, will ich die Erwärmung senkrecht zur Reihe sich fortpflanzen lassen, so dass alle Theile der Reihe in gleicher Weise erwärmt werden. In dem ersten Moleküle rechts geht der positive Strom von *b* zu *a*, also nach links, das Gleiche gilt von allen positiven Strömen in den anderen Molekülen. Zwischen den Molekülen gehen die positiven Ströme entgegengesetzt. Damit also elektrische Erregungen beobachtbar sein können, müssen wir annehmen, dass die in und zwischen den Molekülen entstehenden Ströme verschieden stark sind, wie dies auch zu erwarten steht, da die Art und Weise, wie *a* und *b* im Moleküle und von Molekül zu Molekül in Verbindung stehen, wesentlich verschieden ist.

Zwischen diesen drei Annahmen zu entscheiden, oder auch nur für eine derselbe zu plaidiren, ist hier nicht nöthig, nur das ist hier für uns von Belang, dass bei allen drei Annahmen die Erregung von Elektricität in Reihen von hemimorphen Molekeln sowohl bei longitudinaler als transversaler Erwärmung in ähnlicher Weise beobachtbar sein müssen.

So ergiebt sich aus dieser Betrachtung, dass die elektrischen Erscheinungen, welche beim Erwärmen von Krystallen (hemimorphen wie holoëdrischen) auftreten, durchaus in Einklang sind mit der Annahme, dass die Krystalle ähnlich aufgebaut sind, wie die aus n-Punktnern aufgebauten Punktsysteme, die ich in Anschluss an Bravais entwickelt habe. Da wir es hier mit einer Eigenschaft der Krystalle zu thun hatten, welche besonders auf die Erscheinungen der Thermoströme begründet ist, die beim Erwärmen sich berührender verschiedener Körper auftreten, so musste ich nothwendiger Weise einen Schritt weiter gehen in der Angabe des Aufbaues der n-Punktner (Krystallmoleküle), als ich in der Arbeit über die Punktsysteme that. In derselben vermied ich es, auf den chemischen Inhalt der Aufbaueinheit der Krystalle einzugehen. Hier mussten die Grundstoffe berücksichtigt werden, und wird diese Berücksichtigung beim Fortsetzen der Studien über Krystallstructur mehr und mehr Platz greifen müssen.

Die hier von mir in Betreff der Pyroëlektricität gegebenen Ableitungen gelten nur für Punktsysteme, deren Punkte zu festen Gruppen vereinigt sind. Sowohl auf die ursprüngliche (so weit sie rein geometrisch ist), als auf die erweiterte Theorie von Sohncke sind sie nicht ohne Weiteres anwendbar, weil Sohncke die Zusammenfassung nicht als nöthig zulässt. Nur in so weit, als Sohncke in seiner ursprünglichen Theorie die Hemimorphie in den Unterabtheilungen, die bei seiner Ableitung keine hemimorphe Anordnung zuliessen, auf eine hemimorphe Entwickelung der Moleküle zurückführt, lässt sich, wie es oben geschehen, unmittelbar Pyroëlektricität aus der Bipolarität der Moleküle ableiten. Diese Annahme hat aber ja Sohncke in seiner erweiterten Theorie*) durch Entwickelung von Punktsystemen unnöthig gemacht, die durch ihre Punktanordnung hemimorph sind.

*) Diese Zeitschr. 14, 435—437.

XI. Ueber einfachen Mikroklin aus dem Pegmatit von Gasern unterhalb Meissen.

Von

A. Sauer und **N. V. Ussing.** *)

(Mit Tafel I.)

I.

Im Meissner Berglande treten, von der Elbe durchschnitten, die westlichsten Grenzposten des grossen Lausitzer Granitterritoriums hervor. Dieselben sind, obwohl meist oberflächlich von einer mächtigen Lössdecke überzogen, durch eine grössere Anzahl bedeutender und tiefer Thaleinschnitte, wie das Elbthal, Triebischthal und deren Nebenthäler, in so günstiger Weise blossgelegt, dass es gelingt, einen ziemlich vollkommenen Einblick in die Zusammensetzung und Tektonik dieser interessanten Eruptivmassen zu gewinnen.

Die Hauptgesteine dieses Gebietes, normaler Granitit einerseits und typischer Syenit andererseits, befinden sich in geologisch engem Verbande und gehen allmählich in einander über. Die Hauptmasse des Syenit tritt als äusserste Randzone von mindestens 4 km Breite, als eine Grenzfacies längs des Granititmassivs auf und hat die anstossenden Silurcomplexe in intensivster Weise umgewandelt. Mehr untergeordnet erscheint überdies der Syenit in kleineren stockförmigen Massen von 1—2 km im Durchmesser inmitten des Granitit und allseitig allmählich in diesen übergehend, so bei

---

*) An vorliegender Untersuchung sind die beiden Verfasser in der Weise betheiligt, dass der I. Theil, enthaltend Bemerkungen über das geologische Vorkommen dieses Mikroklin und seine chemische Zusammensetzung von A. Sauer, der II. Theil, die eigentliche krystallographisch-optische Untersuchung, von N. V. Ussing ausgeführt wurde. Frühere Mittheilungen über diesen Mikroklin finden sich in: A. Sauer, Erläuterungen zu Section Meissen. Geologische Specialkarte des Königreichs Sachsen. Leipzig 1889, S. 23—24.

Meissen, wo in gewissen Pegmatitgängen desselben der unten zu beschreibende einfache Mikroklin auftritt.

Das Granit-Syenitterrain des Meissner Berglandes wird nach den verschiedensten Richtungen hin von zahlreichen Ganggesteinen durchsetzt. Diese von theils rein granitischem, theils mehr porphyrischem Habitus vereinigen in sich die grössten structurellen und petrographischen Gegensätze, gehören aber nichtsdestoweniger einer, ein geologisches Ganzes bildenden Eruptivformation an. Diese verschiedenen Ganggesteine finden sich entwickelt als feinkörnige, glimmerfreie bis glimmerreiche Ganggranite (Aplite), als grobkörnige Pegmatite, als die verschiedenartigsten Granophyre, die selbst in Felsitfels-ähnliche Modificationen übergehen. Dazu kommen noch die basischen Glieder dieser Eruptionsreihe, die Lamprophyre, die als jüngste Gangbildungen alle übrigen durchsetzen.

Das Vorkommen des Mikroklin innerhalb des Meissner Eruptivmassives ist ein zwiefaches, indem derselbe sowohl als wesentlicher Bestandtheil der Hauptgesteine auftritt, als auch in schriftgranitischer Durchwachsung mit Quarz viele Pegmatitgänge zusammensetzt.

In ersterer Form sehen wir denselben lediglich auf den Granitit und dessen Uebergangsglieder zum Syenit beschränkt, während er dem reinen, normalen Syenit allenthalben zu fehlen scheint.

Der Mikroklin des Granitit und Amphibolgranitit (Syenitgranit) wurde in zahlreichen orientirten Schliffen an seiner charakteristischen Gitterstructur und Auslöschungsschiefe von $15^0 - 16^0$ auf $0P$ sicher erkannt und bestimmt. Zuweilen überwiegt er den orthotomen, nicht gegitterten Kalifeldspath in diesen Gesteinen. Wo diese zuweilen eine grobporphyrische Structur annehmen, bestehen auch die bis mehrere Centimeter grossen Einsprenglinge nicht selten nur aus Mikroklin. Nicht immer ist die den Mikroklin charakterisirende gitterförmige Zwillingslamellirung über den ganzen Krystall gleichmässig entwickelt, ja tritt nur fleckenweise mit ganz verschwommenen Umrissen inmitten scheinbar ganz normalen Orthoklases auf oder ist überhaupt nur in gänzlich verschwimmenden Wolken mit schwachem Lichtscheine bei gekreuzten Nicols angedeutet. Die innige Durchwachsung gegitterter und nicht gegitterter Feldspathsubstanz, der ausnahmslos ganz allmähliche Uebergang dieser in jene und endlich die überaus grosse Verbreitung dieses Durchdringungsphänomens machen es in hohem Grade wahrscheinlich auch da, wo scheinbar optisch-homogene Kalifeldspathsubstanz mit gitterförmig struirter sich vereinigt, annehmen zu müssen, dass ein nur mit extrem feiner Zwillingsgitterung versehener Feldspath vorliege, der sich dann, wie Michel-Lévy und Mallard dargethan haben, auf $0P$ wie ein Orthoklas verhalten müsste.

Der Mikroklin der Pegmatitgänge enthält fast stets zahlreiche, den Krystall annähernd in der Richtung der Querfläche durchsetzende

Albitschnüre, deren Verlauf man schon mit blossem Auge auf $0P$ zu verfolgen vermag; derselbe stellt also einen Mikroklinperthit dar.

Dieser Mikroklin ist zuweilen durchaus, zuweilen nur randlich mit Quarz schriftgranitisch durchwachsen und bildet bis decimetergrosse Krystalle, die bald regellos, bald central angereichert in einer feiner körnigen Gangmasse liegen. Die letztere besteht aus Quarz, Orthoklas mit Mikroklin, Albit, Muscovit und zuweilen accessorischem Granat in winzigen, schwachröthlichen Körnchen. Diese Muscovitgranite stellen ihrer Form, Ausdehnung und Begrenzung zum umgebenden Hauptgesteine zufolge nichts als nachträgliche, flach lenticuläre Hohlraumausfüllungen im Granitit oder Syenitgranit dar und unterscheiden sich durch geringe Erstreckung und grössere Mächtigkeit von Pegmatitgängen anderer Art, welche nur ganz schmale Trümer bilden, aber der Bankung des Granitit oder Syenit folgend, oft weite Erstreckung und zuweilen horizontalen Verlauf besitzen.

Auf zahlreiche Vorkommnisse dieses Gebietes ausgedehnte Untersuchungen haben ergeben, dass die grossen Feldspäthe der pegmatitischen Hohlraumausfüllungen, wie schon bemerkt, fast ausschliesslich aus einem typischen, prächtig gegitterten Mikroklinperthit bestehen. Nur ein Vorkommen macht davon eine Ausnahme; dasselbe findet sich im Syenitgranit auf der südlichen Seite und nahe am Ausgange des Gaserner Thales bei den Klosterhäusern unterhalb Meissen und war zur Zeit seiner Auffindung im Sommer 1887 durch einen kleinen Bruch bezeichnet.

Der schwach röthliche, bis faustgrosse, unregelmässig begrenzte Krystalle bildende Feldspath von dieser Localität unterscheidet sich äusserlich nicht von den übrigen Mikroklinperthiten und lässt wie diese schon mit blossem Auge auf $0P$ zahlreiche Albitschnüre erkennen.

In Schnitten $\parallel 0P$ zeigt er sich vollkommen frei von Gitterstructur und bietet, von den fremden Einlagerungen, den Albitschnüren abgesehen, in den zahlreich untersuchten Präparaten dieses Fundortes stets optisch homogene Substanz dar. Dabei ist die Auslöschungsschiefe auf $0P$ zur Trace M 15^0—16^0, also diejenige des Mikroklin, auf M etwa 5^0.

Demnach konnte es kaum einem Zweifel unterliegen, dass in diesem Vorkommen, zumal auch der Spaltwinkel $0P : M$ durch Messung mit Hülfe des Anlegegoniometers zu nahe 90^0 gefunden worden war, der seltene Fall eines in grösseren Massen optisch einheitlich ausgebildeten Mikroklin vorlag.

Die zur Ergänzung der nachfolgenden Untersuchungen dienende quantitative Analyse wurde von A. Sauer ausgeführt und ergab in Procenten:

	Gefunden:	Berechnet:
Kieselsäure	65,33	65,89
Thonerde	19,09	18,72
Kalk	Spur	—
Kali	13,50	—
Natron	2,42	—
	100,34	

Das entspricht aber einer Beimengung von fast genau 21 % Albitsubstanz zum Mikroklin.

Mit Hülfe von Methylenjodid wurde versucht, aus der fein gepulverten Mikroklinsubstanz wenigstens die etwas gröberen Albiteinwachsungen mechanisch abzuscheiden. Der bei einem spec. Gew. von 2,59—2,60 der Flüssigkeit eben schwimmende Antheil des Pulvers wurde analysirt und zeigt die mitgetheilte Zusammensetzung. Der niedergefallene Antheil liess bei einer mikroskopischen Vergleichung mit ersterem zwar eine deutliche, jedoch nicht sehr beträchtliche Anreicherung an Albitpartikelchen erkennen, so dass die ursprüngliche Albitbeimengung jedenfalls nicht viel höher sein kann, als die Analyse sie angiebt. Gelang es sonach nicht, vielleicht wegen allzu grosser Feinheit des Pulvers, die Mikroklinsubstanz von dem grössten Theile des beigemengten Albit zu befreien, so lässt doch auch schon die vorliegende Analyse sicher schliessen, dass der untersuchte einfache Mikroklin ein Kalifeldspath sein muss, der etwa $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{5}$ der Gesammtmasse reinen Albit in Trümern eingesprengt enthält.

II.

Wie im ersten Theile erwähnt, setzt sich der vorliegende Mikroklin nicht aus kleinen, durch Zwillingsgesetze verbundenen Subindividuen zusammen — wie es sonst bekanntlich fast immer bei dem Mikroklin der Fall ist —, sondern er tritt in grossen einfachen Krystallen oder Bavenoer Zwillingen auf. Im Dünnschliffe zeigt sich daher die Hauptmasse der Substanz als optisch einheitlich, und innerhalb der einzelnen Dünnschliffe wurde die Auslöschung überall gleich gefunden; auch konnte bei verschiedenen Schliffen derselben Orientirung keine Differenz in der Auslöschungsschiefe constatirt werden*).

*) Mikroklin mit theilweise fehlender Zwillingslamellirung hat A. Beutell aus verschiedenen schlesischen Fundorten beschrieben (s. diese Zeitschr. 8, 372 ff.). Die Auslöschungsschiefen werden als sehr schwankend und zum Theil ziemlich klein angegeben; es könnte dies vielleicht dahin gedeutet werden, dass eine submikroskopische ungleichförmige Zwillingslamellirung vorliege (M.-Lévy et Lacroix, Minéraux des roches. 84). — Dagegen scheint ein von K. Oebbeke beschriebener Mikroklin von Forst bei Meran (s. diese Zeitschr. 11, 256) in dem ziemlich vollständigen Fehlen einer Zwillingsstreifung dem hier vorliegenden ähnlich zu sein.

Aus dem Mikroklin heben sich im polarisirten Lichte die zahlreichen Albitschnüre scharf hervor. Dieselben erscheinen auf den Spaltungsflächen als 0,02 bis 0,1 mm breite Streifen in sehr wechselnden Abständen unter einander, im Allgemeinen von etwa 0,1 bis 0,5 mm. Die Albitnatur dieser Einlagerungen wurde theils durch den Spaltungswinkel *P*(001):*M*(010), theils durch die Auslöschungsschiefen auf *P*(001) und *M*(010) festgestellt; ersterer wurde gleich 86° 25′, die letzteren gleich 4° bis 5° bezw. 19° gefunden. Auf *M*(010) verlaufen diese Albitstreifen sehr unregelmässig und verzweigen sich oft; im Grossen und Ganzen weicht jedoch ihre Richtung nicht viel von der der Verticalaxe ab. Auf den basischen Spaltungsflächen sind sie etwas regelmässiger begrenzt, ihre Richtung ist gewöhnlich parallel einer der Kanten *P*(001):*l*(110) oder *P*(001):*k*(100) (siehe die Phototypie Tafel I, Fig. 1 *), in welcher auch ein kleines eingewachsenes Quarzindividuum zum Vorscheine kommt); seltener wurden Streifen beobachtet, deren Richtung parallel der Trace des Spaltungsprismas, also *P*(001):*T*(1$\bar{1}$0) war.

Ausser von den Albitschnüren wird die optische Homogenität nur von ganz kleinen hier und da auftretenden Lamellen mit abweichender Auslöschung unterbrochen. Da dieselben recht bemerkenswerth sind, mögen sie etwas ausführlicher beschrieben werden. Sie sind von zweierlei Art. Die einen bestehen aus Mikroklin und gehorchen in ihrer Stellung zum Hauptindividuum dem Albit- und dem Periklingesetze. Es sind dies geradlinige, scharf begrenzte Lamellen, die bald vereinzelt, bald schaarenweise auftreten, indem sie in letzterem Falle auf *P*(001) ein rechtwinkliges Gitter bilden (s. Fig. 1, wo eine an derartigen (in der Phototypie dunkel erscheinenden) Lamellen besonders reiche Stelle abgebildet ist). Die Breite dieser Lamellen ist gewöhnlich unter 0,01 mm, bald sind sie auffallend kurz, bald erreichen sie eine Länge von $\frac{1}{4}$ mm. In Schnitten der makrodiagonalen Zone ist die Auslöschung symmetrisch mit der des umgebenden Mikroklins in Bezug auf die Zwillingsgrenze, und an den Grenzen der Lamellen beobachtet man gewöhnlich schmale Streifen mit anscheinend paralleler Auslöschung. In einem Präparate, wo die Lamellen aussergewöhnlich schmal waren, zeigten sie sogar selbst eine annähernd parallele Auslöschung. Das Auftreten dieser Lamellen ist auf die unmittelbare Nähe der Albiteinlagerungen beschränkt, so dass man wohl auf einen ursächlichen Zusammenhang in der Entstehung dieser beiden Inhomogenitäten schliessen darf. Ein ähnliches Verhalten in der Vertheilung der Lamellen beschreibt A. Beutell (l. c. 373) am Mikroklin von Leutmannsdorf; bei diesem Vorkommen bestehen jedoch die lamellenfreien Stellen nicht aus normalem Mikroklin, sondern zum Theil

*) Herr K. J. V. Steenstrup in Kopenhagen hatte die Güte, die photographischen Aufnahmen auszuführen.

aus Orthoklas, zum Theil haben sie variirende, aber gewöhnlich kleine Auslöschungsschiefen.

Die Lamellen der anderen Art zeichnen sich durch ihre ausserordentliche Feinheit aus; in grosser Anzahl und dicht neben einander findet man sie hier und da gewöhnlich mitten im albitfreien Mikroklin, so dass dieser flecken- oder streifenweise wie feingerunzelt aussieht. Schon im gewöhnlichen Lichte heben sie sich von dem umgebenden Mikroklin durch ihre etwas höhere Lichtbrechung ab, deutlicher treten sie jedoch zwischen gekreuzten Nicols hervor, wenn der Mikroklin sich in der Dunkelstellung befindet. In Dünnschliffen parallel $M(010)$ zeigen sie sich als geradlinige, unter 0,001 mm breite und bis 0,05 mm lange Streifen; ihre Richtung ist dieselbe wie die der Albitstreifen, lässt sich aber genauer bestimmen: sie bilden mit der Verticalaxe einen Winkel von ca. 10^0 (im stumpfen Axenwinkel β). Die Auslöschungsschiefe scheint etwa $+7^0$ bis $+9^0$ (im Sinne M. Schuster's*)) zu betragen, kann aber wegen der geringen Breite nicht genau gemessen werden.

In Dünnschliffen parallel der Basis haben die Lamellen ein ganz ähnliches Aussehen, nur sind sie weniger deutlich; ihre Richtung ist senkrecht zur Kante $P(001):M(010)$, die Auslöschungsschiefe ist bedeutend kleiner als die des Mikroklin, lässt sich aber nicht genauer ermitteln. In einem Präparate, welches senkrecht sowohl zu $M(010)$, wie zur Trace der in Rede stehenden Lamellen auf $M(010)$ geschliffen wurde (also etwa parallel einer Fläche $(\bar{1}04)$, vergl. Präparat 7), sind die Lamellen wieder deutlicher und schärfer begrenzt; ihr Auslöschungswinkel ist sehr klein oder vielleicht 0^0. Die Fig. 4 der Tafel zeigt in 40facher Vergrösserung das Aussehen der Lamellen in diesem Schliffe.

Diese zweiten Lamellen werden also von überaus kleinen, flach lenticulären Einlagerungen gebildet, ihre Richtung ist parallel einer Fläche, welche zum Brachypinakoid ungefähr senkrecht steht, wobei sie mit der Basis einen Winkel von -74^0 (im Sinne M. Schuster's) einschliesst. Die eigenthümliche Art, in der sie oft streifenweise zusammengehäuft erscheinen, dürfte darauf hindeuten, dass sie auf kleinen, durch Druck hervorgerufenen Trennungsflächen gebildet seien; es erklärt sich dann leicht, dass sie in der Nähe der grösseren Albiteinlagerungen gewöhnlich fehlen, da hier die Spannungen leichter an den Grenzen von diesen ausgelöst werden konnten oder vielleicht eben durch ihre Bildung aufgehoben wurden. Was ihre Natur betrifft, so liegt es am nächsten anzunehmen, dass sie aus Albit bestehen; dass die Auslöschungsschiefe auf $M(010)$ etwas kleiner wie beim Albit gefunden wird, erklärt sich leicht durch die sehr geringe Breite der

---

*) M. Schuster, Ueber die optische Orientirung der Plagioklase. Tschermak's min. u. petr. Mitth. 1881, 3, 117. Diese Zeitschr. 6, 419.

Lamellen. Das Vorhandensein von ganz ähnlichen, sehr feinen Lamellen wird auch von Des Cloizeaux erwähnt*), und zwar findet sich nach ihm diese Erscheinung gar nicht selten bei dem Mikroklin; er hält es für wahrscheinlich, dass die Lamellen aus einer in optischer Hinsicht eigenthümlichen Orthoklasvarietät bestehen, und zwar — wie es scheint — deshalb, weil er sie mit den Orthoklaslamellen zu identificiren geneigt ist, die auf basischen Schliffen zwischen den Mikroklinlamellen so häufig beobachtet werden. Wir haben aber oben gesehen, dass die fraglichen feinen Lamellen auch an geeigneten Schliffen der brachydiagonalen Zone deutlich hervortreten, wo sie von den ebenfalls vorhandenen Orthoklasstreifen (Seite 196) leicht unterscheidbar sind. Auch ihr höheres Lichtbrechungsvermögen zeigt, dass sie nicht mit Orthoklas identisch sein können.

Der Mikroklin ist fast durchweg frisch und unverwittert, jedoch finden sich in den meisten der zur Untersuchung gelangten Dünnschliffe kleinere, von kaolinartigen Zersetzungsproducten erfüllte Partien. Bemerkenswerth ist es, dass diese Verwitterungserscheinung fast ausschliesslich an den Grenzen der Albiteinlagerungen auftritt.

Winkel der Spaltungsflächen.

Auf dem Goniometer gaben die basischen und brachypinakoidalen Spaltungsflächen ziemlich verwaschene Reflexe; an allen gemessenen Stücken konnte jedoch — durch jedesmalige Vergleichung mit dem Sinne der Auslöschungsschiefe auf $P(001)$ — constatirt werden, dass der (Normalen-) Winkel $(001):(010)$ kleiner als 90° war; als Mittel von zwölf Beobachtungen wurde gefunden:

$$(001):(010) = 89^\circ 30' \ (89^\circ 18' \text{ bis } 89^\circ 46'),$$

also übereinstimmend mit dem von M. Schuster angegebenen Werthe (89° 25′ bis 89° 30′)**), während die übrigen Angaben höher sind; so fand Des Cloizeaux (l. c.) im Mittel $(001):(010) = 89^\circ 44'$ (Amazonenstein).

Die Spaltbarkeit nach dem linken Prisma $T(1\bar{1}0)$ ist sehr deutlich; die Winkel zwischen dieser und den beiden anderen Spaltungsflächen betrugen:

$$(1\bar{1}0):(001) = 67^\circ 32' \text{ appr.}$$
$$(1\bar{1}0):(0\bar{1}0) = 61\ \ 0 \ \ -$$

Nach Des Cloizeaux (l. c. 453) ist $(1\bar{1}0):(001) = 68^\circ 22'$, $(1\bar{1}0):(010) = 60^\circ 58'$ (Amazonit).

*) Des Cloizeaux, Mémoire sur l'existence etc. du microcline. Annales de chimie et de phys. 5me série, 9, 1876, 448. S. diese Zeitschr. 1, 76.

**) Zirkel, Mineralogie 1885, 690.

Optische Bestimmungen.

Wegen der mangelhaften Durchsichtigkeit des Materials und der zahlreichen Albiteinlagerungen konnten für die optische Untersuchung nur Dünnschliffe oder sehr dünne Platten verwandt werden. Die meisten von diesen wurden mittelst des Wülfing'schen Schleifapparates*) in der gewünschten Orientirung hergestellt; zur Controle wurde immer die zuerst fertig geschliffene Fläche des Präparates polirt und auf dem Reflexionsgoniometer ihre Neigungen zu den beiden Hauptspaltungsflächen bestimmt. Das Stück wurde alsdann mit dieser Fläche aufgekittet und dünn geschliffen. Im Folgenden ist für jedes Präparat die auf diese Weise gemessene Orientirung angegeben; die oft sehr verwaschenen Reflexe der Spaltungsflächen haben gewöhnlich keine grössere Genauigkeit wie die von 10 bis 20 Minuten erlaubt.

1. Auslöschungsschiefen auf den Hauptspaltungsebenen und auf der zu diesen senkrechten Ebene.

Als Messinstrument diente ein Fuess'sches Mikroskop; die Auslöschungsrichtungen wurden an verschiedenen Stellen der einzelnen Präparate mit Hülfe eines Oculars nach Calderon bestimmt, wobei sich jedes Mal befriedigend übereinstimmende Resultate ergaben; dagegen liessen die Spaltrisse nicht selten an Geradlinigkeit und Parallelismus etwas zu wünschen übrig. Die unvermeidlichen Justirungsfehler des Stauroskopes wurden durch Umlegen der Präparate eliminirt. + und — werden im Folgenden im Sinne M. Schuster's verwendet.

Alle Messungen wurden im Natriumlichte ausgeführt, obwohl keine merkbare Dispersion der Auslöschungsrichtungen vorhanden zu sein schien.

Präparat Nr. 1. Ein Dünnschliff parallel der Basis (Abweichung von (001) $< \frac{1}{2}^{0}$ **)) gab als Mittel mehrerer auf wenige Minuten übereinstimmender Messungen:

Auslöschungsschiefe auf $P(001)$ $+ 15^{0} 30'$.

Präparat Nr. 2 parallel $M(010)$; die Abweichung von der richtigen Lage betrug höchstens 6'.

Auslöschungsschiefe auf $M(010)$ $+ 5^{0} 15'$.

---

*) Diese Zeitschr. 17, 445.

**) Findet die Abweichung in der Zone (001):(010) statt, so ist sie für die Grösse der Auslöschungsschiefe fast ganz ohne Bedeutung, wie aus der von M. Lévy berechneten Curve für die Auslöschungsschiefe in der genannten Zone (Ref. in dieser Zeitschr. 8, 217) hervorgeht; findet die Abweichung senkrecht dazu statt, so ändert sich die Auslöschungsschiefe etwas stärker, nämlich wie im Folgenden gezeigt werden soll, um etwa 5' für eine Abweichung von 1°; eine Abweichung $< \frac{1}{2}^{0}$ wird somit die Auslöschungsschiefe nur innerhalb der Fehlergrenze ändern können.

Die gefundenen Werthe der Auslöschungsschiefen auf *P*(001) und *M*(010) stimmen mit denjenigen für Mikroklin anderer Fundorte überein (angegeben wird gewöhnlich 15° bis 16°, beziehungsweise ca. 5°).

Präparat Nr. 3. Senkrecht zu den beiden Spaltungsflächen; das Präparat zeigte folgende Orientirung:

Schliff: (001) = 90° 0′ ± 5′
(010) = 90 0 ± 20

Auslöschungsschiefe gegen die basischen Spaltrisse auf der zu den Hauptspaltungsflächen senkrechten Ebene:

— 13° 48′.

Das Vorzeichen ist in demselben Sinne wie die vorigen zu verstehen, indem man sich das Präparat in der krystallographisch richtigen Stellung von vorne gesehen denkt. Messungen dieser Auslöschungswinkel an Mikroklinen anderer Fundorte sind mir nicht bekannt.

2. Bestimmung der Lage der optischen Hauptschnitte.

Nähere Angaben über die optische Orientirung des Mikroklins finden sich in der oben citirten fundamentalen Arbeit Des Cloizeaux's; da die von ihm gefundenen Werthe bei der folgenden Untersuchung als Ausgangspunkt dienen, so mögen sie hier kurz angeführt werden. Des Cloizeaux giebt für den Amazonit von Mursinsk an, dass eine Fläche, welche möglichst senkrecht zur stumpfen Bisectrix geschliffen war, mit der Basis (001) einen Winkel von 81° bis 82°, mit dem Prisma ($\bar{1}$10) einen solchen von 78° 36′ und mit dem Brachypinakoid (010) 17° 41′ bildete, und ferner dass eine zur spitzen Bisectrix senkrechte Fläche mit der Basis (001) einen Winkel von etwa 84° bildete*). Durch diese Angaben sind die Lagen der drei optischen Hauptschnitte vollkommen bestimmt, und zwar findet man unter Vernachlässigung der Schiefe des Spaltungswinkels ((001):(010)):

$\mathfrak{ab}$: (001) = 81½°	$\mathfrak{bc}$: (001) = 84°	$\mathfrak{ac}$: (001) = 10° 26′
$\mathfrak{ab}$: (010) = 17° 41′	$\mathfrak{bc}$: (010) = 106 22′	$\mathfrak{ac}$: (010) = 96 30

welche Werthe also nur als approximativ zu betrachten sind. Die Lage der Hauptschnitte im Verhältniss zu den Spaltungsflächen ist in der sphärischen Projection Taf. I, Fig. 2 dargestellt.

An den gewöhnlichen, stark verzwillingten Mikroklinen ist es wohl kaum möglich Resultate zu erhalten, die eine grössere Genauigkeit beanspruchen können: dagegen scheint das hier vorliegende Material für eine

*) Des Cloizeaux a. a. O. S. 456. Die Winkel sind hier in Normalenwinkel umgerechnet, wobei die optischen Hauptschnitte als Flächen der Vorderseite des Krystalles betrachtet werden.

pinakoid und Basis bedeutend näher kommen als diejenigen Werthe, die als Ausgangspunkt dienten.

Um dieses einzusehen, wollen wir zunächst die Flächen A und B in eine sphärische Projection einzeichnen. Vorerst muss jedoch bemerkt werden, dass wir einstweilen von der Schiefe des Winkels (001):(010) absehen, oder präciser ausgedrückt, wir betrachten statt der Basis des Mikroklins die Basis des entsprechenden Orthoklas-Individuums, welche Fläche im Folgenden, um Verwechselungen zu vermeiden, mit P_1 bezeichnet werden möge. Hat man nun in die sphärische Projection (Taf. I, Fig. 3) die Flächen (010) und P_1, sowie die zu diesen senkrechten Zonenkreise $P_1 D$ und $(010)D$ und endlich auch mit Hülfe der oben genannten ungefähren Winkelwerthe den dem optischen Hauptschnitte (𝔟𝔠) parallelen Zonenkreis eingezeichnet, so ist es leicht, die Lagen der Flächen A und B zu finden; dieselben haben nämlich ihre Pole in den Schnittpunkten des letztgenannten der Ebene (𝔟𝔠) parallelen grössten Kreises mit den beiden grössten Kreisen $P_1 D$ und $(010)D$. Die Auslöschungsschiefen auf den Flächen A und B, also die Winkel (𝔟𝔠): $(0\bar{1}0)$ und (𝔟𝔠):P_1, welche wir mit ξ und η bezeichnen wollen, finden sich in der Figur als die Winkel zwischen den grössten Kreisen BA und AP_1 bezw. AB und B : (010) wieder. Hierbei wird vorausgesetzt, dass die gemessene Auslöschungsschiefe sich auf die im Hauptschnitte (𝔟𝔠) liegende Schwingungsrichtung — also in beiden Fällen auf die Richtung der kleineren optischen Elasticität — bezieht.

Die Bögen AP_1 und B : (010), die mit x bezw. y bezeichnet werden mögen, lassen sich leicht durch ξ und η ausdrücken; man findet nämlich aus dem rechtwinkeligen sphärischen Dreiecke ADB:

$$\sin x = \cos \eta \operatorname{cosec} \xi \qquad (1)$$

$$\sin y = \cos \xi \operatorname{cosec} \eta . \qquad (2)$$

Mit den obenstehenden ungefähren Werthen $\xi = 180^0 - 106^0\,22'$ und $\eta = 84^0$ würde man hieraus erhalten $x = 6\frac{1}{4}^0$ und $y = 16\frac{1}{2}^0$.

Hiernach könnte man also zwei Schliffe herstellen, welche annäherungsweise parallel A und B wären; es fragt sich aber dann, ob die Auslöschungsschiefen auf diesen beiden Flächen den genauen Werthen von ξ und η näher kommen werden, als die als Ausgangspunkt benutzten approximativen. Um diese Frage zu beantworten, wollen wir untersuchen, nach welchem Maassstabe die Grösse des Auslöschungswinkels von kleineren Aenderungen der Werthe x und y beeinflusst wird.

Betrachten wir zunächst die Variationen der Auslöschungsschiefe für Flächen der Zone $P_1 A$, so leuchtet ein, dass dieselben in der Nähe von A verhältnissmässig klein sein müssen, da die Lage der Ebene A nicht sehr viel von der optischen Axenebene abweicht. A. Michel-Lévy hat unter Zugrundelegung der Angaben Des Cloizeaux's die Curve für die Aus-

löschungsschiefe in der ganzen Zone berechnet*), und es ist aus seiner Zeichnung ersichtlich, dass wenn wir von P_1 nach hinten gehen, die Auslöschungsschiefe langsam zunimmt, und für $x = 60^0$ beiläufig ein Maximum von etwa 18^0 erreicht. In der Nähe von P_1 und A können wir die Curve annäherungsweise als eine gerade Linie betrachten und daher, wenn wir hier die Auslöschungsschiefe auf zwei Flächen gemessen haben, dieselbe für alle dazwischen liegenden Flächen als eine lineare Function ihres Winkelabstandes von P_1 ausdrücken. Nun ist auf P_1 die Auslöschungsschiefe $15^0 30'$ (s. Präparat Nr. 1), es bedarf also nur noch eines Schliffes, um die Auslöschungsschiefen auf den Flächen der Zone AP_1 in der Nähe von A berechnen zu können. Zu diesem Zwecke wurde folgender Schliff ausgeführt:

Präparat Nr. 4 (die Lage dieses Schliffes ist in der Fig. 3 mit Q bezeichnet). Orientirung:

gegen (001) $11^0 0' \pm 20'$
gegen (010) $90\ 2 \pm 5$

Auslöschungsschiefe (gegen die brachypinakoidalen Spaltrisse):

$$+ 16^0 20' \pm 15'.$$

Die aussergewöhnlich grosse Unsicherheit der Messung hatte ihren Grund in der Unvollkommenheit der Spaltrisse.

Man findet hieraus, dass die Auslöschungsschiefe auf der Strecke $P_1 Q$ um 4,55 Minuten pro Grad zunimmt. In diesen Angaben wird aber unter Auslöschungsschiefe der Winkel von den brachydiagonalen Spaltrissen zur nächstliegenden Auslöschungsrichtung verstanden. In Uebereinstimmung mit der oben gewählten Rechnungsweise, bei welcher wir von der Richtung der kleineren optischen Elasticität ausgehen, müssen wir daher die angegebenen Auslöschungswinkel mit ihren Complementwinkeln umtauschen; die letzteren werden natürlich abnehmen, wenn wir von P_1 nach Q gehen. Wir erhalten somit für die Auslöschungsschiefe auf A:

$$\xi = 74^0 30' - x . 4,'55, \qquad (3)$$

wo x die Gradanzahl von $P_1 A$ bedeutet.

Alsdann haben wir die Variationen der Auslöschungswinkel in der Zone $(010) : B$ zu betrachten. Für diese besitzen wir keine graphische Darstellung, es ist aber auch nicht nothwendig, eine solche auszuführen. Denkt man sich nämlich für verschiedene Flächen dieser Zone zwischen (010) und B die gewöhnliche Fresnel'sche Construction, die zur Bestimmung der Auslöschungsrichtungen dient, ausgeführt, indem man die optischen Axen in die Projection Fig. 3 einzeichnet, so sieht man leicht ein, dass auch hier die Auslöschungsschiefe sich nur sehr langsam und immer in demselben Sinne ändert. Eine Fläche, die mit (010) den früher als approximativen Werth

*) Diese Zeitschr. 8, Taf. IV, Fig. 11.

für den Bogen $B:(010)$ gefundenen Winkel von $16\frac{1}{2}^0$ einschliesst, wird also eine Auslöschungsschiefe besitzen, welche nur wenig von der auf B abweichen kann. Es wurde deshalb ein Dünnschliff hergestellt, welcher beiläufig diese Orientirung besass, und die Auslöschungsschiefe gemessen.

Präparat Nr. 5. Orientirung:

gegen (001) $89^0 45' \pm 15'$
gegen (010) $17\ 30\ \pm 10$

Auslöschungsschiefe (gegen die basischen Spaltrisse):

$$+ 6^0 45' \pm 5'.$$

Der Schliff ist, wie man sieht, wahrscheinlich nicht genau senkrecht zu P_1, sondern bildet mit (010) einen Winkel von $89^0 45'$, weshalb der gemessene Auslöschungswinkel ein wenig zu gross ausfallen muss; andererseits wird aber der gemessene Werth dadurch ein wenig zu klein gefunden, dass bei seiner Bestimmung die basischen Spaltrisse statt der Trace von P_1 benutzt werden. Da somit die beiden Fehler nicht nur sehr klein sind, sondern auch theilweise einander aufheben, können sie neben den Beobachtungsfehlern nicht in Betracht kommen.

Wir haben demnach für η als annähernd richtigen Werth $83^0 15'$ gefunden (indem hier wie früher der gemessene Auslöschungswinkel durch sein Complement ersetzt werden muss); da nun die eventuellen Correctionen jedenfalls sehr klein sind, indem der Winkel $B:(010)$ nur wenig von $17^0 30'$ abweichen kann, so können wir sie ohne merkbaren Fehler unter der Annahme berechnen, dass die Auslöschungsschiefe zwischen (010) und der betrachteten Fläche sich gleichmässig ändere, also um 5,1 Minuten pro Grad, da sie auf (010) $84^0 45'$ (s. Präparat Nr. 2) beträgt. Man erhält auf diese Weise für die Auslöschungsschiefe auf B:

$$\eta = 84^0 45' - y \,.\, 5{,}'1. \qquad (4)$$

Es folgt nun aus den obenstehenden Auseinandersetzungen, dass, wenn man in den Gleichungen (3) und (4) $x = 6\frac{1}{4}^0$ und $y = 16\frac{1}{2}^0$ (S. 202) setzt, man Werthe für ξ und η erhält, welche bedeutend genauer sind als diejenigen, die als Ausgangspunkt dienten. Die auf diese Weise gefundenen ξ und η könnten dann als Ausgangspunkt für eine neue Reihe von ganz analogen Rechnungen dienen, wodurch man eine noch grössere Annäherung erhalten würde u. s. w. Einfacher erhält man die gesuchten Werthe ξ und η, wenn man bemerkt, dass dieselben allen vier Gleichungen (1), (2), (3) und (4) genügen müssen, in welchen nur die vier Grössen ξ, η, x, y unbekannt sind. Ausgehend von den bekannten approximativen Werthen findet man durch successives Einsetzen verschiedener naheliegender Winkel leicht die gesuchten Grössen:

$$\xi = (\mathfrak{b}\mathfrak{c}):(0\bar{1}0) = 73^{\circ}59' \qquad x = 6^{\circ}53'$$
$$\eta = (\mathfrak{b}\mathfrak{c}):P_1 = 83\ 23 \qquad y = 16\ \ 8$$

ξ und η sind die Neigungen der Ebene ($\mathfrak{b}\mathfrak{c}$) gegen ($0\bar{1}0$) und P_1; statt ($\mathfrak{b}\mathfrak{c}$): P_1 haben wir den Winkel ($\mathfrak{b}\mathfrak{c}$):(001) anzugeben; da (001): P_1 = 30′, findet man leicht aus dem sphärischen Dreieck ($\mathfrak{b}\mathfrak{c}$)P_1 (001):

$$(\mathfrak{b}\mathfrak{c}):(001) = 83^{\circ}31'.$$

2) Nachdem wir somit die Winkel zwischen dem optischen Hauptschnitte ($\mathfrak{b}\mathfrak{c}$) und den Spaltungsebenen gefunden haben, erübrigt nur noch, die Lage der optischen Elasticitätsaxen $\mathfrak{b}$ und $\mathfrak{c}$ innerhalb des genannten Hauptschnittes zu bestimmen. Zu diesem Zwecke wurde nach den soeben gefundenen Winkeln ein Dünnschliff parallel ($\mathfrak{b}\mathfrak{c}$) angefertigt; auf dieser Fläche müssen die Auslöschungsrichtungen parallel $\mathfrak{b}$ und $\mathfrak{c}$ liegen, und die Richtungen der genannten Elasticitätsaxen können daher durch die Messung des Auslöschungswinkels ermittelt werden.

Präparat Nr. 6. Die zuerst fertig geschliffene Fläche bildete die Winkel:

mit (001)	83°21′ ± 15′	(statt 83°31′)
mit (0$\bar{1}$0)	74 3 ± 15	(statt 73 59).

Die Auslöschungsschiefe gegen die basischen Spaltrisse (also der Winkel zwischen der Kante ($\mathfrak{b}\mathfrak{c}$):(001) und der Richtung von $\mathfrak{c}$) betrug:

$$-10^{\circ}16' \pm 5',$$

wo das Vorzeichen auf ähnliche Weise wie bei dem Präparate Nr. 3 zu verstehen ist.

Bezeichnen wir nun in der sphärischen Projection (Taf. I, Fig. 2) mit ($\mathfrak{b}\mathfrak{c}$), ($\mathfrak{a}\mathfrak{b}$) und ($\mathfrak{a}\mathfrak{c}$) die Pole der optischen Hauptschnitte, so ist die genannte Auslöschungsschiefe auf ($\mathfrak{b}\mathfrak{c}$) gleich dem Winkel ($\mathfrak{a}\mathfrak{c}$):($\mathfrak{b}\mathfrak{c}$):(001), also

$$(\mathfrak{a}\mathfrak{c}):(\mathfrak{b}\mathfrak{c}):(001) = 10^{\circ}16',$$

ferner ist:

$$(\mathfrak{b}\mathfrak{c}):(001) = 83^{\circ}31'$$
$$(\mathfrak{b}\mathfrak{c}):(010) = 106\ \ 1$$
$$(001):(010) = 89\ 30$$

und die drei grössten Kreise durch ($\mathfrak{b}\mathfrak{c}$) und ($\mathfrak{a}\mathfrak{b}$), ($\mathfrak{a}\mathfrak{b}$) und ($\mathfrak{a}\mathfrak{c}$), ($\mathfrak{a}\mathfrak{c}$) und ($\mathfrak{b}\mathfrak{c}$) stehen senkrecht auf einander. Folglich sind alle Grössen der Figur vollkommen bestimmt, und man findet leicht die gesuchten Winkel:

$$(\mathfrak{a}\mathfrak{c}):(001) = 12^{\circ}\ 8' \qquad (\mathfrak{a}\mathfrak{b}):(001) = 79^{\circ}48'$$
$$(\mathfrak{a}\mathfrak{c}):(010) = 97\ 34 \qquad (\mathfrak{a}\mathfrak{b}):(010) = 17\ 48$$

welche Werthe nur eine Genauigkeit von etwa 10′ beanspruchen können. Die Resultate stimmen mit den Des Cloizeaux'schen Angaben (S. 200) sehr gut überein und beweisen somit sowohl die grosse Genauigkeit jener

auf einfachem Wege erhaltenen approximativen Werthe, wie die Constanz der optischen Orientirung bei Mikroklinen verschiedener Fundorte.

3. Bestimmung der Hauptbrechungsquotienten.

Die Hauptbrechungsquotienten konnten wegen der zahlreichen Albiteinlagerungen nicht wohl an Prismen gemessen werden. Es wurde deshalb eine indirecte Methode in Anwendung gebracht, die auf der Messung des scheinbaren spitzen und stumpfen optischen Axenwinkels und der Bestimmung der Differenzen $\gamma - \beta$ und $\beta - \alpha$ beruht. Zur Controle ist dann noch die Differenz $\gamma - \alpha$ ermittelt worden. Die für diese Bestimmungen verwendeten Präparate wurden nach den Angaben Des Cloizeaux's ausgeführt, da die oben angegebene Orientirung mir damals noch nicht bekannt war. Die Platten Nr. 7 und Nr. 9 haben durch ein Versehen nicht genau die gewünschte Lage erhalten, indessen sind die dabei begangenen Fehler für die Resultate von verschwindendem oder doch sehr geringem Einflusse.

Die Dicken der Platten wurden unter dem Mikroskope mit einem Tischmikrometer gemessen, indem man die Platten auf die hohe Kante stellte. Die Messung der Doppelbrechung geschah mit einem Babinet'schen Compensator; alle Angaben sowohl über Doppelbrechung wie über Axenwinkel beziehen sich auf Natriumlicht.

Präparat Nr. 7. Ungefähr parallel dem optischen Hauptschnitte ($\mathfrak{b}\mathfrak{c}$); die Orientirung war:

gegen	(001)	$79^0 35' \pm 20'$	(statt $83^0 31'$)
-	(010)	$107\ 33\ \pm 15$	(- $106\ \ 1$)

Dicke der Platte: $0,295 \pm 0,003$ mm.

Optischer Axenwinkel in Oel für *Na*-Licht:

$$2H_a = 87^0 30' \pm 20'.$$

Die Dispersion der Axen war deutlich $\varrho > v$; diejenige der Mittellinien war nicht wahrnehmbar.

Aus der Dicke und der zur Compensation nöthigen Verschiebung des Compensatorkeiles berechnete sich die Doppelbrechung (also $\gamma - \beta$, wenn die Orientirung richtig gemessen wäre) zu 0,0032.

Präparat Nr. 8. Ungefähr parallel dem optischen Hauptschnitte ($\mathfrak{a}\mathfrak{b}$); die Orientirung war:

gegen	(001)	$81^0\ 0' \pm 10'$	(statt $79^0 44'$)
-	(010)	$17\ 43\ \pm 10$	(- $17\ 48$)
-	($\bar{1}10$)	$78\ 25\ \pm 10$	

Dicke der Platte: $0,271 \pm 0,003$ mm.

Optischer Axenwinkel in Oel:

$2H_o = 101^0 7' \pm 20'$. Dispersion $\varrho < v$, deutlich.



können folglich für γ ohne merkbaren Fehler das Mittel der beiden Werthe nehmen, und erhalten also $\gamma = 1,5295$.

Zum Schlusse mögen die Resultate der Messungen übersichtshalber kurz angeführt werden.

$$(001):(010) = 89^\circ 30'$$

(bc):(001) =	83° 31′	α_{Na} =	1,5224
(bc):(010) =	106 1	β_{Na} =	1,5264
		γ_{Na} =	1,5295
(ac):(001) =	12 8		
(ac):(010) =	97 34	$\gamma - \alpha$ =	0,0071
(ab):(001) =	79 48		
(ab):(010) =	17 48	$2V_{Na}$ =	83° 41′

Die Angaben der ersten Colonne sind zweideutig, erhalten aber durch die graphische Darstellung Taf. I, Fig. 2 die nöthige Ergänzung.

Die obenstehenden krystallographisch-optischen Messungen wurden grösstentheils im mineralogisch-petrographischen Institute der Universität in Heidelberg ausgeführt; es möge dem Verf. des zweiten Theiles dieser Arbeit gestattet sein, Herrn Professor Dr. Rosenbusch für die vielseitige Belehrung und Anregung, deren er bei dieser Gelegenheit theilhaftig wurde, seinen herzlichsten Dank hier auszusprechen.

Minerale derselben, dem Granat, die Granatgruppe nennen wollen, vereinigen und unter gemeinsamen Gesichtspunkten betrachten.

Diese Behauptung näher nachzuweisen, ist ein Hauptzweck der vorliegenden Abhandlung; dieselbe wurde ursprünglich veranlasst durch einen Versuch des Einen von uns (H. Bäckström), einige Sodalithanalysen auf eine Formel mit drei Molekülen SiO_2 zu berechnen. Die vorläufigen Resultate, auf welche dieser, wie es sich zeigte, erfolgreiche Gedanke durch unsere gemeinsame Prüfung führte, wurden andeutungsweise schon im **16.** Bande dieser Zeitschrift (S. 181—187 im zweiten Theile) erwähnt; nach der Publication dieser vorläufigen Mittheilung hat aber der Umfang der Untersuchung, deren Ergebnisse unten mitgetheilt werden sollen, in ausserordentlichem Grade zugenommen; namentlich zeigten sich neue chemische Analysen sämmtlicher Glieder der Sodalithreihe und eine durchgreifende Untersuchung des am wenigsten bekannten Gliedes derselben, des Lasurit, nothwendig; wir wurden dadurch auch auf die weitläufige Frage über die Zusammensetzung der künstlichen Ultramarinverbindungen und ihre Beziehungen zum Lasurit geführt etc.

So wie die Untersuchung jetzt vorgelegt wird, dürfen wir wohl sagen, dass wir in seltenem Grade die Mühe der Arbeit gemeinschaftlich getragen und treu getheilt haben; wir sind deshalb auch Beide für die Ergebnisse der Untersuchung gemeinsam verantwortlich und halten es für unnöthig, im Einzelnen anzugeben, in welchen Beziehungen der Eine, in welchen der Andere von uns zum Endresultate am meisten beigetragen hat.

Für Arbeitsmaterial und Erläuterungen verschiedener Art sind wir folgenden Herren zum besten Danke verpflichtet:

Herrn Director Dr. Reinh. Hoffmann (in Biebrich, früher in Marienberg bei Bensheim) für Material von künstlichen Ultramarinverbindungen und verschiedene Erläuterungen betreffs ihrer Darstellung.

Herrn Dr. Alex. Lösch, Custos an den Sammlungen der Bergakademie zu St. Petersburg, für eine reichliche Auswahl von Proben der asiatischen Vorkommen von Lasurstein und Glaukolith, sowie für Angaben über die Fundorte derselben.

Freiherrn Professor Dr. A. E. Nordenskiöld für Material zu Analysen von Sodalith, blauem Haüyn und Lasurstein aus den Sammlungen des schwedischen Reichsmuseums.

Herrn Bankier G. Seligmann in Coblenz für ausgesuchtes Material von vesuvischem Sodalith für Aetzversuche.

— — — —

Nach der typologischen Persistenz der geometrischen Ausbildung lassen sich die Orthosilicate der Granatgruppe bequem in zwei Untergruppen theilen:

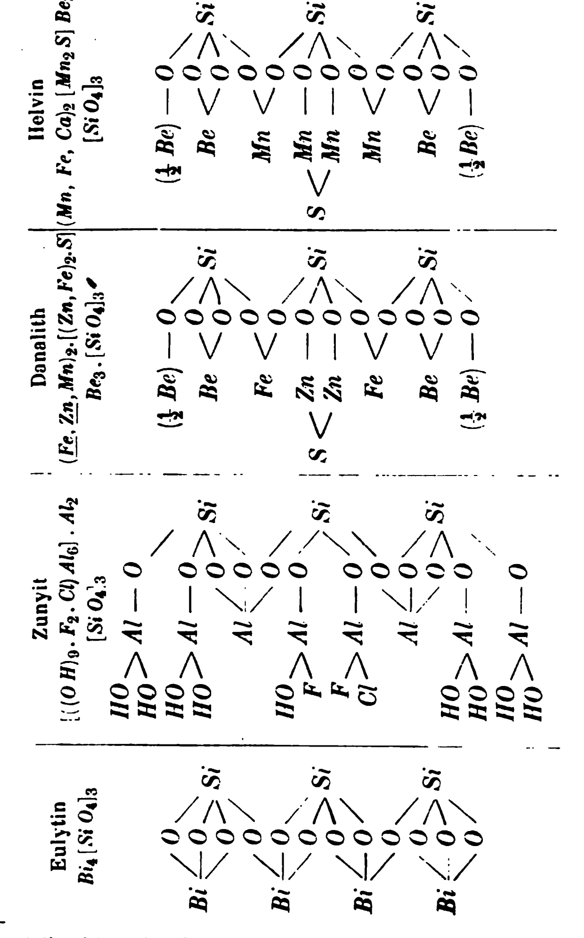
Erste Untergruppe: Orthosilicate mit vorherrschend tetraëdrischer Ausbildung, Spaltbarkeit nach {111}.

Zweite Untergruppe: Orthosilicate mit vorherrschend rhombendodekaëdrischer Ausbildung, Spaltbarkeit nach {110}; diese Untergruppe umfasst sowohl holoëdrische Glieder (die Reihe der eigentlichen Granate) als hemiëdrische Glieder (die Reihe der Alkaligranate).

Mineralien der Granatgruppe (im weiteren Sinne).

1. Erste Untergruppe mit vorherrschend tetraëdrischer Ausbildung. Helvingruppe.

Zu dieser Abtheilung gehören die vier Mineralgattungen*):



*) Es ist vielleicht nicht überflüssig zu bemerken, d

Der Eulytin zeigt bekanntlich meist die Formen $\varkappa\{211\}$ und $\varkappa\{2\bar{1}1\}$, beide oft im Gleichgewichte; die Krystalle erinnern dann an die gewöhnlichen ikositetraëdrisch ausgebildeten Granatkrystalle. Andere Formen $\varkappa\{111\}$, $\{100\}$ etc. sind immer nur untergeordnet.

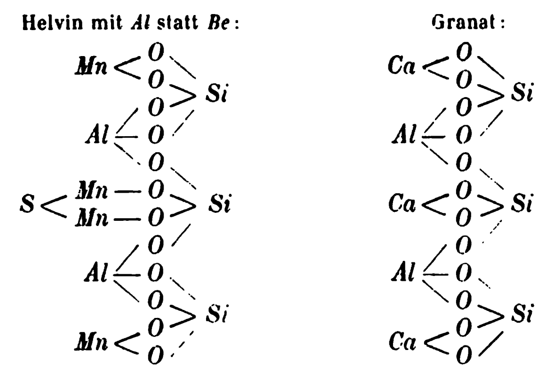
Was den Zunyit betrifft, so hat wohl zuerst P. Groth (in seiner Tabellarischen Uebersicht etc., 3. Ausgabe, S. 104) nachgewiesen, dass die Analyse auf eine Formel, wie die oben angeführte, sich beziehen lässt; wie unten gezeigt wird, ist diese Formel im Wesentlichen analog mit den Formeln der Mineralien der Granatgruppe. Der Zunyit krystallisirt, wie bekannt, in Tetraëdern $\varkappa\{111\}$ und $\varkappa\{1\bar{1}1\}$, oft in Combination mit dem Würfel und dem Rhombendodekaëder oder einem $\varkappa\{hhl\}$. Die Spaltbarkeit ist nach Hillebrand (s. Ref. in dieser Zeitschr. **11**, 288) oktaëdrisch; dasselbe ist auch mit dem Helvin, welcher auch früher ganz gewöhnlich mit dem Granat zusammengestellt worden ist, der Fall.

Der Danalith und der Helvin sind, wie bekannt, isomorph. In beiden scheint nach allen vorliegenden guten Analysen ein bestimmtes Verhältniss zwischen Be einerseits und (Mn, Fe, Zn, Ca) andererseits zu herrschen, nämlich, wie es scheint, immer $3Be$ (zweiwerthig aufgefasst) vorhanden zu sein. Die häufige Schreibweise der Helvinformel, nach welcher Be, Mn etc. als einander ersetzend aufgefasst sind (s. z. B. Groth's Tabellarische Uebersicht, 3. Ausg., S. 109), scheint deshalb kaum berechtigt. Dies ist eine recht auffallende Thatsache; es wird nämlich, wenn man die Helvinformel mit der Granatformel vergleicht, nicht unwahrscheinlich, dass hier wie so oft Be als Al ersetzend vorhanden ist. In manchen Mineralien findet man auffälliger Weise ganz dasselbe, dass Be und Al, dagegen nicht Be und andere zweiwerthige Elemente einander ersetzen; so erinnern wir z. B. an den Herderit mit bis 6,58 Al_2O_3; auch kann hier hingewiesen werden auf die neue Analyse des Melinophan von H. Bäckström*), in welcher beinahe 5 % Al_2O_3 als BeO ersetzend gefunden wurde, während in diesem Minerale BeO offenbar nicht als CaO ersetzend auftritt. Auch finden sich im Helvin selbst bisweilen kleine Mengen von Al_2O_3 eingemischt. Obwohl man gegenwärtig keine Berechtigung dazu hat, das Be anders als zweiwerthig anzusehen, verdient doch daran erinnert zu werden, dass noch in der letzten Zeit mehrere Forscher das Be als dreiwerthig aufgefasst haben; es ist in dieser Beziehung gewiss bemerkenswerth, dass die Formeln des Granat und des Helvin, wenn wir in dem letzteren das zweiwerthige Be

Folgenden, Constitutionsformeln für die betreffenden Mineralien aufgestellt sind, dies nur zum besseren Vergleiche der verschiedenen behandelten Mineralien geschehen ist; als nur in einer Ebene dargestellt können dieselben natürlich nicht die wahre Constitution andeuten.

*) Diese Zeitschr. **16** (2), 289.

vollständig durch das dreiwerthige *Al* ersetzt denken, eine auffallende Analogie erweisen würden.



Der Helvin krystallisirt gewöhnlich in Tetraëdern, $\varkappa\{111\}$ und $\varkappa\{1\bar{1}1\}$, theils auch $\varkappa\{211\}$; erst vor Kurzem beschrieb W. C. Brögger auch Helvinkrystalle mit vorherrschend rhombendodekaëdrischer Ausbildung, ja zum Theil mit dem Rhombendodekaëder allein *); auch $\{100\}$ und $\varkappa\{321\}$ wurde beobachtet. Der rhombendodekaëdrische Typus des Helvin ist von Interesse zum Vergleiche mit dem Granat. Die **Spaltbarkeit** ist beim Helvin wie beim Zunyit nach dem **Oktaëder** (Tetraëder), obwohl wenig deutlich.

An braun durchsichtigen, sehr vollkommen ausgebildeten Krystallen des Helvin von Sigtesö wurden mittels gewöhnlicher 25 procentiger Salzsäure hübsche Aetzfiguren erhalten, welche bei 270 facher Vergrösserung studirt wurden; die Krystalle zeigten vorherrschend tetraëdrischen Typus und waren von $\varkappa\{211\}$, $\varkappa\{111\}$, $\{110\}$, sowie ganz untergeordnet von $\{100\}$, $\varkappa\{1\bar{1}1\}$ und $\varkappa\{2\bar{1}1\}$ begrenzt.

Die Aetzfiguren der Tetraëderflächen waren die am besten ausgebildeten; sie zeigten eine dreiseitige Umgrenzung mit schwach gerundeten Seiten. Die drei Aetzflächen derselben sind, soviel es sich durch die Reflexe derselben unter dem Mikroskope beurtheilen liess, aller Wahrscheinlichkeit nach parallel den angrenzenden Flächen von $\varkappa\{211\}$, mit welchen sie gleichzeitig einspiegeln. Ihre Form und Lage ist aus Fig. 1, Taf. II ersichtlich. Auf den Rhombendodekaëderflächen erhielten wir keine deutlichen bestimmbaren Aetzfiguren, nur eine längliche Aetzstreifung, deren Richtung zu den angrenzenden Kanten mit den beiderseits anstossenden Flächen (111) und $(1\bar{1}1)$ senkrecht ist, wie es Fig. 1 angiebt.

Auf den Flächen von $\varkappa\{211\}$ wurden gar keine Aetzfiguren erhalten, sondern die Flächen waren auch nach der Aetzung unverändert scharf und glänzend. Es scheinen demnach die Flächen $\varkappa\{211\}$ bei diesen Helvinen dem angewandten Aetzmittel gegenüber die widerstandsfähigsten zu sein.

*) Diese Zeitschr. **16** (2), 273—276.

Die beschriebenen Aetzerscheinungen stimmen vollkommen mit den Forderungen der tetraëdrischen Hemiëdrie überein.

2. Untergruppe mit vorherrschend rhombendodekaëdrischer Ausbildung. Granatgruppe.

I. Die Reihe der eigentlichen Granate.

Die Zusammensetzung der Granate ist allbekannt, entsprechend der Formel $\overset{II}{R}_3 . \overset{III}{R}_2 . [SiO_4]_3$, wo $\overset{II}{R} = Ca, Mg, Fe, Mn$, $\overset{III}{R} = Al, Fe, Cr, Ti, Y$ etc. Im Melanit, Yttergranat und Schorlomit ist ausserdem SiO_2 theilweise durch TiO_2 ersetzt.

Die Krystallform der Granate zeichnet sich, wie bekannt, durch das Vorherrschen des Rhombendodekaëders oder des Ikositetraëders {211} aus; die Rhombendodekaëderflächen sind dabei häufig parallel der langen Diagonale gestreift, was auch bei dem Danalith der Fall ist. Andere Flächen als die genannten sind, ausser bisweilen das Hexakisoktaëder {321}, immer nur untergeordnet; namentlich ist das Oktaëder und der Würfel nur an ganz wenigen Vorkommnissen bekannt.

Die Spaltbarkeit ist unvollkommen; wenn deutlich, nach dem Rhombendodekaëder; auch zum Theil nach dem Oktaëder (Elba, nach Tschermak).

Wegen der nahen Verwandtschaft mit dem sicher tetraëdrischen Helvin könnte man an die Möglichkeit denken, dass die Granate vielleicht auch hemiëdrisch wären. Es schien uns deshalb von Interesse, die Aetzfiguren der Granate zu untersuchen, was, soviel wir finden konnten, bis jetzt nicht geschehen ist.

Wir stellten unsere Versuche mit einem ausgezeichnet krystallisirten Kalkeisengranat von Achmatowsk, mit vorherrschend rhombendodekaëdrischer Ausbildung, an; Flächen von {211} und {100}, welche ebenfalls vorhanden, waren nur untergeordnet. Die Rhombendodekaëderflächen waren ganz glatt und eben. Kalte Flusssäure war selbst durch 24 Stunden ohne Einwirkung; geschmolzenes Natronhydrat gab schon durch Eintauchen eines Krystalles in nur 10 Secunden so dicht gedrängte Aetzvertiefungen, dass distinct umgrenzte Aetzfiguren nicht auseinandergehalten werden konnten. Besser gelang die Aetzung mittelst kochender concentrirter Flusssäure mit Zusatz von concentrirter Schwefelsäure; es wurden dadurch schöne Aetzfiguren durch Eintauchen in ungefähr 1 Minute erhalten.

Diese Aetzfiguren zeigten sich vollständig mit den Forderungen einer holoëdrischen Symmetrie übereinstimmend. Auf den Rhombendodekaëderflächen bildeten dieselben rhombisch umgrenzte Vertiefungen mit vier Flächen; die Winkel des Umrisses wurden

unter dem Mikroskope bei 270facher Vergrösserung zu ca. 109° und ca. 71° gemessen; die Seiten der Umgrenzung der Aetzfiguren sind somit zu den Tracen der angrenzenden Rhombendodekaëderflächen parallel, und die Aetzflächen selbst liegen in den Zonen (101):(011) etc. Nach unvollkommenen Messungen unter dem Mikroskope zu schliessen, dürften sie den Rhombendodekaëderflächen selbst parallel sein. Fig. 2, Taf. II stellt nach einer Photographie die Ausbildung dieser Aetzfiguren auf einer Fläche von {110} dar. Auf dem Ikositetraëder {211} haben die Aetzfiguren fünfeckige Umgrenzung; sie sind von fünf Aetzflächen begrenzt, welche sämmtlich Rhombendodekaëderflächen parallel sind; ihr Aussehen geht aus Fig. 3, welche eine derartige Aetzfigur auf einer Fläche (112) darstellt, hervor; die Aetzflächen, welche die Aetzfiguren dieser Fläche begrenzen, sind demnach (110), (101), ($0\bar{1}1$), sowie (011) und ($\bar{1}01$).

Die Rhombendodekaëderflächen sind also bei der ausgeführten Aetzung offenbar die am meisten widerstandsfähigen gewesen.

II. Die Reihe der Alkaligranate.

a. Sodalith.

Der Sodalith stimmt in krystallographischer Beziehung mit den eigentlichen Granaten vollkommen überein. Die herrschende Form ist auch hier das Rhombendodekaëder, welches bei Weitem in den meisten Fällen sogar allein auftritt; doch ist auch {100} und {211} bekannt. {111} ist jedenfalls äusserst selten, und von anderen Formen sind nur sehr wenige bekannt; {411} wurde von C. Klein mit {110} und {111} zusammen beobachtet. Die Krystalle sind häufig Zwillinge nach (111) und sehr häufig nach einer trigonalen Zwischenaxe prismatisch ausgezogen; Aehnliches kommt auch beim Granat vor, z. B. in ausgezeichneter Weise an Krystallen von Arendal in Norwegen. Die Vertheilung der Flächen des Sodalith scheint keine hemiëdrische Ausbildung anzudeuten.

Die Spaltbarkeit des Sodalith ist, wie beim Granat, nach dem Rhombendodekaëder, oft ziemlich vollkommen an den norwegischen und anderen Vorkommnissen.

Die Aetzerscheinungen des Sodalith waren, soviel uns bekannt, früher nicht untersucht; durch die Freundlichkeit des Herrn G. Seligmann in Coblenz erhielten wir aus seiner reichen, jedem Mineralogen bekannten Sammlung eine Anzahl wasserhelle, schöne Krystalle des Sodalith vom Vesuv, mit welchen folgende Resultate erhalten wurden.

Die zu den Versuchen angewandten Krystalle waren von dem Rhombendodekaëder allein begrenzt. Nach einigen vergeblichen Versuchen gelang es, mittelst Eintauchen der Krystalle in zwölfprocentige Salzsäure, in 5 bis 15 Minuten schöne Aetzfiguren zu erhalten. Nach den vergeblichen

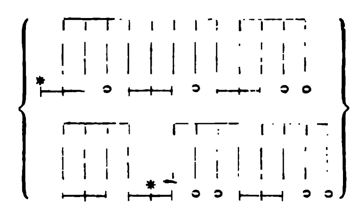
Versuchen restirten uns nur vier gute Krystalle; an allen vier, und an allen Flächen derselben wurden übereinstimmende Resultate erhalten. Die erhaltenen Aetzfiguren zeigten durchgehends dreiseitige Umgrenzung (s. Fig. 4a und Fig. 4b, Taf. II). Die kleinen Dreiecke, welche bei 100- bis 270facher Vergrösserung in durchfallendem Lichte studirt wurden, zeigten sich symmetrisch zu den auf die geätzte Fläche senkrechten Rhombendodekaëderflächen, dagegen nicht symmetrisch zu den auf die geätzte Fläche senkrechten Würfelflächen. Die kleinen dreieckigen Aetzfiguren bestehen aus drei Flächen, wovon diejenigen beiden, welche zu der auf die geätzte Fläche senkrechten Rhombendodekaëderfläche symmetrisch liegen, mit der geätzten Fläche selbst spitzere Winkel, die dritte Fläche dagegen einen ganz stumpfen Winkel bilden; diese dritte Fläche erscheint deutlich gekrümmt und häufig geknickt und aus zwei Flächen zusammengesetzt. Der Winkel der Tracen der beiden steileren Flächen auf (110) ist verschieden, innerhalb der auf Fig. 4a und Fig. 4b angegebenen Grenzen, von ca. 80° bis ca. 65° schwankend. Auf ungleichen Theilen der Flächen wendet sich der Gipfelwinkel des gleichseitigen Dreiecks der Aetzfiguren nach entgegengesetzter Seite. Die Form und gegenseitige Lage dieser Aetzfiguren des Sodaliths auf {110} geht aus den Figg. 5 und 6, Taf. II hervor. Fig. 6 ist nach einer Photographie dargestellt.

Diese Resultate der Aetzung, welche an allen geätzten Krystallen mit aller Schärfe vollkommen übereinstimmend erhalten wurden, sind sehr bemerkenswerth; insofern man nämlich aus den Aetzfiguren allein schliessen darf, beweisen dieselben, dass der Sodalith nicht holoëdrisch sein kann. Dagegen stimmen die Aetzfiguren mit der Annahme der tetraëdrischen Hemiëdrie überein. Die scheinbar holoëdrischen Krystalle müssen, nach den Aetzfiguren zu urtheilen, Zwillinge nach den Würfelflächen sein; dies geht z. B. aus Fig. 6, Taf. II, wo die rechte Kante eine Kante [(110):($\bar{1}$10)] darstellt, evident hervor. Es würde dies Resultat damit gut im Einklange stehen, dass die meisten Mineralien der Granatgruppe, nach dem Umfange, welche wir diesem Begriffe geben wollen, tetraëdrisch-hemiëdrisch sind. Vielleicht werden künftige Untersuchungen an reichlicherem Materiale zeigen, dass die Resultate unserer Aetzung der Sodalithkrystalle nicht allgemeine Gültigkeit haben, da man auch von anderen Substanzen Aetzfiguren kennt, welche zufälliger Einflüsse wegen mit der höheren Symmetrie, die man für dieselben annehmen muss, nicht genügend übereinstimmen*). Bis dies geschieht, muss man es

*) Vergl. z. B. W. Peterson: »Om naturliga etsfigurer och andra lösningsfenomen på beryll från Mursinsk«. Med. fr. Stockholms Högskola No. 85 in Bihang till Sv. Vet.-Akad. Handl. 15, Afd. II, No. 1.

schen Varietät die (Aequivalent-) Zusammensetzung $NaCl + 3(NaO \, . \, SiO_2) + Al_2O_3 \, . \, SiO_2$; der grüne vesuvische hat auf ein Aequivalent Chlornatrium neun Aequivalente Silicat. Diese Formel geht molekular in $Si_3O_{12}Na_4Al_3Cl$ über, d. h. drei Molekel SiO_4H_4, worin $4H$ vertreten sind durch $4Na$ und $8H$ durch $3Al$, deren neunte überschüssige Verwandtschaftseinheit gesättigt ist durch ein Atom Chlor. — Der grüne vesuvische Sodalith ist $NaCl + 9SiO_4AlNa = Si_9O_{36}Al_9Na_{10}Cl$; die Kette ist dreimal länger, die Structur ist dieselbe.«

Šafařik giebt folgende »graphische Veranschaulichung« seiner Sodalithformel:



Die Deutung der Formel versteht sich ohne nähere Erklärung.

Šafařik's Auffassung war uns bis vor Kurzem ganz unbekannt; es zeigt sich, dass die eine der Šafařik'schen empirischen Formeln mit der Auffassung, zu welcher wir unabhängig von ihm gelangt waren, übereinstimmt. Die nähere Deutung der empirischen Zusammensetzung ist jedoch bei Šafařik verschieden, und ein Vergleich mit dem Granat war ihm unbekannt; auch nahm ja Šafařik mehrere Formeln an, was nach unserer Ansicht unberechtigt ist.

Šafařik's verdienstvoller Vorgang scheint jedoch späteren Autoren, welche sich mit der Sodalithformel beschäftigten, unbekannt geblieben zu sein.

1886 untersuchte F. W. Clarke*) Sodalith von Litchfield und stellte dabei folgende Formel des Minerals auf: $Na_5Al_4(SiO_4)_4Cl$, gedeutet auf folgende Weise:

$$\begin{array}{lll} & \diagup & Cl \\ Al & \diagdown & SiO_4 \equiv Al \\ & \diagdown & SiO_4 = Na_2 \\ Al & \diagup\!- & SiO_4 \equiv Al \\ & \diagdown & SiO_4 \equiv Na_3. \end{array}$$

Diese Formel, welche sich auf Bamberger's Analyse bezieht, betrachtet Clarke als die typischere; ausserdem giebt er als weniger typisch noch eine zweite Formel $Na_9Al_7(SiO_4)_7Cl_2$, mit analoger Deutung an.

*) Amer. Journ. of science 1886, **31**, 270—272. Diese Zeitschr. **12**, 504.



```
     O                      Na — O
Ca <     \               Na — O
     O  > Si                     > Si
   / O                       / O
Al <— O /                 Al <— O /
   \  O                       \  O
     O  \                          O \
Ca <     > Si         Cl — Al <      > Si
     O                             O
   / O                           / O /
Al <— O                   Al <— O
   \  O  \                    \  O \
     O  > Si                  Na — O > Si
Ca <     /                    Na — O /
     O
```

Da bei dem Sodalith, sowie noch mehr bei dem nahe verwandten Haüyn Na_2 theilweise durch Ca ersetzt sein kann, ist die Analogie beider Formeln vollständig; der Unterschied ist nur, dass ein Atom Ca des Granat beim Sodalith durch die zweiwerthige Gruppe ($Al\,Cl$) ersetzt ist.

Für diese Formel spricht in hohem Grade die krystallographische Uebereinstimmung mit den Mineralien der Granatgruppe; es ist dabei von grossem Interesse, dass die rhombendodekaëdrische Spaltbarkeit mit derjenigen des Granat übereinstimmt, während die Aetzfiguren eine Zugehörigkeit des Sodalith zu der tetraëdrisch-hemiëdrischen Abtheilung des regulären Systems, also am nächsten eine Uebereinstimmung mit den Mineralien der Helvinabtheilung andeuten; der Sodalith nimmt deshalb so zu sagen eine vermittelnde Stellung zwischen dem Helvin und dem Granat ein.

Die meisten Sodalithanalysen sind wenig vertrauenswerth, wenn es gilt, die genaue Zusammensetzung des Minerals zu ermitteln; theils sind dieselben meistens ältere, können also wegen der weniger vollkommenen Beschaffenheit der früher angewendeten Methoden nicht hinreichend exact sein, theils sind sie ohne Zweifel an schon etwas zersetzter oder nicht vollkommen reiner Substanz (vor der Kenntniss der neueren mechanischen Trennungsmethoden) ausgeführt; das schönste aller Sodalithvorkommnisse, die wasserhellen Krystalle vom Vesuv, sind in neuerer Zeit gar nicht analysirt worden.

Von neueren Analysen, welche zum Vergleiche mit der aus obenstehender Formel berechneten Zusammensetzung benutzt werden können, finden sich deshalb nur wenige.

(S. die Analysen auf S. 221.)

I. Blauer Sodalith von Tiahuanaco, Bolivia; E. Bamberger diese Zeitschr. **5**, 584 (1881).

II. Grüner Sodalith von Kangerdluarsuk, Grönland; Joh. Lorenzen (1882) Min. Magaz. **5**, November 1882 und Medd. fr. Grönland II. 57. Diese Zeitschr. **7**, 608.



neueren Analysen geschöpften Erfahrungen stehen. Vielleicht beruht der niedrige *Cl*-Gehalt in Bamberger's Analysen ganz einfach auf einer secundären (oder primären?) Ersetzung des *Cl* durch *HO* oder selbst auf reiner Zersetzung der Substanz. Jedenfalls ist die von Bamberger angedeutete Fehlerquelle bei grösserem *Cl*-Gehalt, welcher aus mitgerissener SiO_2 herrühren sollte, für Lorenzen's und Clarke's Analysen ohne Bedeutung, da diese beiden die *Cl*-Fällung auf SiO_2 prüften.

Obwohl somit schon aus den vorliegenden Analysen die mit der Granatformel übereinstimmende Deutung der Zusammensetzung des Sodaliths vollständig bestätigt scheint, wollten wir doch nicht die Mühe der Ausführung einer Präcisionsanalyse an ideal reiner Substanz ersparen, um die Frage über die Zusammensetzung der Sodalithe wenn möglich endgültig zu entscheiden. Durch einen reinen Zufall gelang es, dafür ein ausgezeichnetes Material zu erhalten. Gelegentlich der Untersuchung des Lasursteins (siehe unten) hatten wir von Freiherrn A. E. Nordenskiöld aus den Sammlungen des Reichsmuseums einen ziemlich tiefblauen, sogenannten Glaukolith vom Baikal-See zum Vergleich erhalten; ein Dünnschliff desselben, sowie qualitative chemische Prüfung zeigte, dass dieser sogenannte Glaukolith hauptsächlich aus einem ausserordentlich reinen und frischen Sodalith, gemischt mit kleinen Körnern von Plagioklas, Zirkon, Biotit etc. bestand. Durch Separation mittels der Thoulet'schen Lösung liess sich der Sodalith, welcher im Dünnschliffe hell blau und ganz isotrop erscheint, fast absolut rein darstellen. Das durch wiederholte Separationen in einem Brögger'schen Apparate schliesslich erhaltene Analysenmaterial zeigte im Pulver eine ziemlich tief blauviolette Farbe mit einem Stich in's Graue (zwischen 20 . *g-h* und 21 . *g-h* der Radde'schen internationalen Farbenscala, doch näher der letzteren Nüance) und ein specifisches Gewicht von 2,301 *).

Obwohl bei mikroskopischer Untersuchung nur winzige Spuren von Verunreinigungen sich nachweisen liessen, wurde doch, um keine Vorsicht zu versäumen, das Analysenmaterial in so schwacher Säure gelöst, dass die unbedeutende Verunreinigung als unlöslicher Rest bestimmt werden konnte; es wurden dabei in zwei Versuchen erhalten 0,28 resp. 0,26 % Verunreinigungen, welche also mit dem Mittel 0,27 von der eingewogenen Substanz abgezogen wurden.

(S. die Analyse auf S. 223.)

Die *AgCl*-Fällung wurde speciell auf ihren möglichen Gehalt von SiO_2 untersucht, wobei nur 0,11 % SiO_2 gefunden wurde.

Die Uebereinstimmung ist, wie man sieht, ganz befriedigend. Der Gesammtgehalt von SiO_2 und $Al_2O_3 = 68,70$ stimmt fast genau mit dem-

*) Harrington fand für den blauen Sodalith von Ice River, Canada, welcher als »sehr schön« angegeben wurde, 2,293.



{211} sind häufig. Die krystallographischen Verhältnisse des Noseans und Haüyns sind namentlich von G. vom Rath*), Hessenberg**), G. Strüver***) etc. behandelt worden. vom Rath beschrieb Oktaëder »mit deutlich eingeschnittenen Kanten«, was »auf eine tetraëdrische Hemiëdrie hindeutet« (l. c. S. 546), am weissen Haüyn von Albano (sogenannter Berzelin); über Krystalle von meergrünem Haüyn aus dem Peperin von Marino, vorherrschend {111} mit {110}, bemerkt er ferner: »An einzelnen Krystallen zeigen die Oktaëderflächen insofern eine tetraëdrische Hemiëdrie, als die abwechselnden Flächen eine sehr verschiedene Ausdehnung besitzen« (l. c. S. 561). Bei späteren Untersuchern finden sich aber keine derartigen Angaben, weshalb die Krystalle gewiss jedenfalls in der Regel keine ausgesprochene hemiëdrische Ausbildung zeigen, was jedoch keineswegs das Vorhandensein einer tetraëdrischen Hemiëdrie auszuschliessen braucht.

Unsere Versuche, durch Aetzfiguren eine Entscheidung zu erhalten, scheiterten am Mangel geeigneten Materials; die nahe Verwandtschaft mit dem Sodalith macht es jedoch wahrscheinlich, dass, wenn dieser sich durch nähere Prüfung hemiëdrisch zeigen sollte, dasselbe auch mit dem Nosean und dem Haüyn der Fall sein dürfte.

Die chemische Zusammensetzung des Noseans und des Haüyns ist, seitdem Rose auf die Homöomorphie derselben mit dem Sodalith aufmerksam machte, in der Regel analog mit derjenigen dieses nahe verwandten Minerals aufgefasst worden; Diejenigen, welche den Sodalith als eine Verbindung von einem Silicat mit Chlornatrium auffassten, haben in Analogie damit den Nosean und den Haüyn als Verbindung eines Silicates mit dem Sulfat Na_2SO_4 angesehen. So schrieb z. B. Rammelsberg die Formel des

$$\text{Nosean} = Na_2SO_4 + 2Na_2Al_2Si_2O_8,$$

$$\text{Haüyn} = \begin{cases} m(Ca\ SO_4 + 2Ca\ Al_2Si_2O_8) \\ n(Na_2SO_4 + 2Na_2Al_2Si_2O_8) \end{cases},$$

eine Auffassung, welche bis auf die letzte Zeit in den meisten Lehrbüchern die allgemein angenommene ist.

Der anderen Hauptauffassung nach ist das Sulfat als ein mit Al verbundenes Radical, welches die Stelle des Cl im Sodalith einnimmt, anzusehen; auf eine ausführlichere Geschichte dieser Auffassung einzugehen, dürfte hier wohl überflüssig sein.

Wir werden daher sofort in die Discussion der in letzter Zeit von Clarke aufgestellten, von Groth angenommenen Noseanformel übergehen;

*) »Min.-geogn. Fragmente aus Italien«, Zeitschr. d. d. geol. Ges. **18**, 546, 561 etc.

**) »Mineralogische Notizen«, 7. Forts. (Abh. d. Senkenbergischen Ges. etc.), S. 43.

***) »Die Mineralien Latiums«, diese Zeitschr. **1**, 235 ff.

analog mit seiner »typischen« Sodalithformel fasste Clarke den Nosean auf als:

$$\begin{array}{l} Al \begin{array}{l} \diagup SO_4 - Na \\ - SiO_4 \equiv Al \\ \diagdown \end{array} \\ \quad\;\; SiO_4 = Na_2 \\ Al \begin{array}{l} \diagup SiO_4 \equiv Al \\ \diagdown SiO_4 \equiv Na_3, \end{array} \end{array}$$

was Groth (l. c. S. 125) als $[SiO_4]_4 Al_3 [Al . SO_4 Na] Na_5$ schreibt; analog damit schreibt er für den Haüyn $[SiO_4]_4 Al_3 [Al . SO_4 Na] (Ca, Na_2) Na_3$.

Groth bemerkt über diese Formeln: »Danach leiten sich dieselben ab von der Orthokieselsäure, deren Wasserstoff zum Theil durch Aluminium und Natrium (im Haüyn ist ein Theil des letzteren durch die äquivalente Menge *Ca* vertreten), zum Theil durch eine zweiwerthige Gruppe ersetzt ist, bestehend entweder aus Aluminium in Verbindung mit der einwerthigen Atomgruppe $SO_4 Na$, welche einen sauren Charakter besitzt« etc.

Ohne auf Clarke's Auffassung aufmerksam geworden zu sein, waren wir, was die Erklärung des schwefelsäurehaltigen Radicals und seine Verbindung mit einem *Al*-Atom betrifft, unabhängig von ihm auf eine vollkommen übereinstimmende Deutung gelangt*). Dagegen lassen sich nach unserer Ansicht die vorliegenden brauchbaren Analysen nicht, was das Verhältniss zwischen dem schwefelsäurehaltigen Radical und der SiO_2 betrifft, mit der Auffassung Clarke's vereinigen. Wir fassen auch hier, analog mit dem Sodalith, den Nosean (und den Haüyn) als ein mit dem Granat analog constituirtes Mineral auf.

Granat:

$$\begin{array}{l} Ca < \begin{array}{l} O \\ O \end{array} > Si \\ \quad\;\; O \\ Al \angle - O \\ \quad\;\; O \\ Ca < \begin{array}{l} O \\ O \end{array} > Si \\ \quad\;\; O \\ Al \angle - O \\ \quad\;\; O \\ Ca < \begin{array}{l} O \\ O \end{array} > Si \end{array}$$

Nosean:

$$\begin{array}{l} Na - O \\ Na - O > Si \\ \qquad\quad O \\ \qquad Al \angle\; O \\ \qquad\quad O \\ Na - O - SO_2 - O - Al < \begin{array}{l} O \\ O \end{array} > Si \\ \qquad\quad O \\ \qquad Al \angle - O \\ \qquad\quad O \\ Na - O > Si \\ Na - O \end{array}$$

oder $Na_4 [Al . (Na SO_4)] Al_4 [SiO_4]_3$, und werden versuchen, durch nähere Prüfung der Analysen diese Auffassung zu beweisen.

In reinem Zustande würden die beiden Formeln für den Nosean erfordern:

---

*) Siehe unsere vorläufige Mittheilung, diese Zeitschr. **16** (2), 183.

	$Na_5[Al.(SO_4Na)]Al_3[SiO_4]_4$	$Na_4[Al.(SO_4Na)]Al_2[SiO_4]_3$
SiO_2	33,76	31,65
Al_2O_3	28,83	27,03
Na_2O	26,16	27,26
SO_3	11,25	14,06
	100,00	100,00

Ein absolut reiner Natronnosean ist bis jetzt nicht bekannt; in allen Analysen tritt mehr oder weniger Kalk, in vielen auch etwas Kali als das Natron substituirend ein; fast immer ist auch in geringer Menge die entsprechende Sodalithverbindung beigemischt, wie sich aus dem kleinen Cl-Gehalte ergiebt; dass bisweilen Fe_2O_3 vorhanden ist, dürfte wohl immer auf Einschlüsse und Verunreinigungen zu beziehen sein. Endlich dürfte sich der häufig auf mehrere Procent steigende H_2O-Gehalt wohl mit Sicherheit, jedenfalls bei Weitem zum grössten Theile, auf Zersetzung des leicht zersetzbaren Minerals, oder zum Theil auf mechanisch eingeschlossenes Wasser beziehen lassen; doch dürfte auch die Möglichkeit eines geringen primären (HO)-Gehaltes nicht ausgeschlossen sein (s. weiter unten).

Der CaO-Gehalt schwankt innerhalb weiter Grenzen; doch scheint derselbe in bei weitem den meisten Fällen entweder ganz niedrig, 1—2 %, in den sogenannten Noseanen, oder ziemlich hoch, ca. 10 %, in den sogenannten Haüynen; von 24 uns bekannten Analysen zeigen sechs Noseananalysen einen CaO-Gehalt von 0,99 bis 2,37 %, neun Haüynanalysen einen CaO-Gehalt von 8,14 bis 11,92 %. Ein Gehalt von ca. 10 % entspricht nach unserer Formel der sehr einfachen Zusammensetzung

$$Na_2.Ca.[Al.(SO_4Na)]Al_2.[SiO_4]_3,$$

welche erfordert:

	Berechnet:	Whitney. Haüyn (grünblau) von Albano, Pogg. Ann. **70**:	
SiO_2	31,99	32,44	
Al_2O_3	27,32	27,75	
CaO	9,94	9,96	
Na_2O	16,53	14,24	= 15,82 Na_2O
K_2O		2,40	
SO_3	14,22	12,98	
	100,00	99,77	

Als Hauptunterschiede der Clarke-Groth'schen und unserer Formel sind zu bemerken: Der Gehalt an SiO_2 und Al_2O_3 ist nach der ersteren grösser, der Gehalt an Alkalien und Kalk, namentlich aber an SO_3, ist dagegen bedeutend niedriger; beim SO_3 ist der Unterschied beinahe 3 %, weshalb namentlich dieses als Kriterium der Richtigkeit der einen oder der anderen Formel benutzt werden kann.

Nun ist allerdings der Schwefelsäuregehalt in vielen Analysen geringer, als selbst nach der Clarke-Groth'schen Formel nöthig; so ist er in

				SO_3	Cl	H_2O
Nosean,	Laacher See,		Bergemann	8,16	—	2,82
-	-	-	Varrentrapp	9,17	0,65	2,18
-	-	-	Whitney	7,40	0,61	1,37
-	-	-	vom Rath	7,52	0,71	0,83
-	-	-	do.	7,30	1,05	2,15
Haüyn	-	-	do.	7,34	0,70	2,02
-	-	-	do.	2,27	0,74	3,59
-	Canar. Inseln,		Sauer	7,61	0,76	1,87
-	S. Antao,		Dölter	8,11	0,86	1,83
-	Vultur,		Ricciardi	8,09	—	5,38

Diese sämmtlichen Analysen sind aber offenbar, wie der hohe Wassergehalt der meisten zeigt, an so wenig frischem, unverändertem Materiale ausgeführt, dass dieselben zur Beurtheilung der wahren Zusammensetzung des Nosean, resp. Haüyn ganz unbrauchbar sind; es ist nämlich klar, dass bei der Zersetzung zuerst die an Al gebundene Verbindung ($NaSO_4$) angegriffen worden ist, was nicht nur in der Abnahme des SO_3-Gehaltes, sondern auch im Gehalte von Alkalien seinen Ausdruck findet, während gleichzeitig die relativen Mengen von SiO_2 und Al_2O_3 natürlich zunehmen mussten, was auch in den Analysen der Fall ist.

Wenden wir uns dagegen zu den Analysen der mit Sicherheit weniger zersetzten Vorkommnisse, so zeigen die vorliegenden Daten, dass der SO_3-Gehalt bei weitem grösser ist, als aus der Clarke-Groth'schen Formel erklärlich.

			SO_3	Cl	Dem Cl-Gehalt entsprech. Menge von SO_3	Berechn. Gesammtgehalt von SO_3	H_2O
Haüyn,	Laacher See,	vom Rath	10,00	1,08	2,45	12,45	0,37
-	Albano,	Whitney	12,98	—	—	12,98	—
-	-	vom Rath	12,15	0,66	1,49	13,64	0,48
-	Laacher See	-	12,54	0,33	0,75	13,29	0,20
-	Niedermendig,	Varrentrapp	12,60	0,58	1,27	13,87	0,86
-	-	Whitney	12,07	—	—	12,07	—
-	Isleta,	Sauer	13,25	0,17	0,39	13,64	—
-	Pico do Cruz,	Dölter	12,04	—	—	12,04	1,59
-	Vultur,	Ricciardi	12,31	—	—	12,31	—
Nosean,	Siderao,	Dölter	10,58	0,57	1,28	11,86	1,63

	SO_3	Cl	Dem Cl-Gehalt entsprech. Menge von SO_3	Berechn. Gesammtgehalt von SO_3	H_2O
Haüyn, Baikal, Bäckström (neu)	12,62	0,31	0,70	13,69*)	—
Haüyn, Vesuv, Rammelsberg	11,25	—	—	11,25	—
- Laacher See, Bergemann	11,56	—	—	11,56	1,41
- Melfi, Rammelsberg	11,08	—	—	11,08	—

In den drei letzten für sich angeführten Analysen stimmt der SO_3-Gehalt mit der Clarke-Groth'schen Formel. Diesem Umstande kann jedoch kein Gewicht zugeschrieben werden; denn Bergemann's Analyse zeigt einen Fe_2O_3-Gehalt von 1,78 %, einen H_2O-Gehalt von 1,41 %, was schon auf starke Zersetzung deutet; und in Rammelsberg's Analyse des Haüyns von Melfi ist der Thonerdegehalt nicht weniger als 29,34 %, der SiO_2-Gehalt 34,88 %, der gesammte Na_2O-Gehalt (K_2O und CaO als Na_2O gerechnet) nur 23,86 %, was auch mit grösster Wahrscheinlichkeit auf eine stärkere Zersetzung deutet; der Wassergehalt scheint in dieser Analyse nicht bestimmt. Nur die Analyse Rammelsberg's des Haüyns vom Vesuv (Pogg. Ann. **109**, 577) stimmt auffallend gut mit der Clarke-Groth'schen Formel, ohne dass aus den analytischen Daten eine Erklärung dieses Verhaltens zu ersehen ist.

Gegen diese eine, ältere (1860), Analyse zeugen aber eine bedeutende Anzahl grösstentheils neuerer Analysen, in welchen, wie oben dargestellt, der Gesammtgehalt von SO_3 bei weitem höher ist, als durch die Clarke-Groth'sche Formel erklärlich; in fünf Analysen ist er um 0,61—1,20 %**), in sechs Analysen sogar um 1,73—2,44 % grösser gefunden. Dieser Umstand lässt sich nicht durch Analysenfehler erklären; dazu ist der Unterschied zu allgemein und gross, und die Möglichkeit bei der Schwefelsäurebestimmung zu viel zu finden allzu gering; es lässt sich dafür keine andere Erklärung aufstellen, als dass die Clarke-Groth'sche Formel unrichtig sein muss.

Es restirt nun zu prüfen, ob die besten Analysen mit unserer Formel genügend stimmen. Bei dieser Prüfung muss natürlich wieder in erster Linie betont werden, dass ein ein wenig zu niedriger Gehalt an SO_3 (resp. $Cl + SO_3$) sich sehr leicht durch die Neigung des Al zur Bildung

*) Hierin auch berechnet 0,37 SO_3 entsprechend 0,44 S als NaS_3, worüber weiter unten.

**) Man bemerkt, dass in den beiden Analysen Dölter's des Noseans von Siderao und des Haüyns von Pico do Cruz, wo der SO_3-Gehalt nur 11,86 resp. 12,04 beträgt, gleichzeitig auch der H_2O-Gehalt sehr gross ist, nämlich 1,63 resp. 1,59, weshalb diese Analysen eigentlich hier nicht mitgerechnet werden sollten.

basischer Salze erklären lässt; ein ganz geringer H_2O-Gehalt dürfte wohl auch bei denjenigen Vorkommnissen, wo er nicht angegeben ist, zugegen gewesen sein, ist aber immer sehr schwierig exact zu bestimmen. Bei der in der Regel weniger befriedigenden Beschaffenheit der Noseane, und zum Theil auch der Haüyne lässt sich eine absolute Uebereinstimmung wohl kaum erreichen; der SO_3-Gehalt wird gewöhnlich ein wenig zu niedrig (wegen Ersetzung des $(NaSO_4)$ durch (HO)), der SiO_2-Gehalt und der Al_2O_3-Gehalt gewöhnlich entsprechend höher sein. Doch stimmen manche Analysen, welche an den günstigeren Vorkommnissen ausgeführt wurden, ganz genügend. Die Analyse Whitney's des grünblauen Haüyns von Albano wurde schon oben erwähnt; zum Vergleiche kann auch die Analyse G. vom Rath's des sogenannten Berzelin angeführt werden (Zeitschr. d. d. geol. Ges. **18**, 547): nebenbei ist die nach unserer Formel berechnete Zusammensetzung angeführt, wobei das Mineral als wasserfrei gedacht und $\frac{1}{7}NaSO_4$ als durch Cl ersetzt angenommen ist; die Basen sind berechnet in den Proportionen, in welchen sie gefunden sind.

	Gefunden vom Rath:	Berechnet:
SiO_2	32,70	32,23
Al_2O_3	28,17	27,40
CaO	10,85	10,92
Na_2O	11,71	11,79
K_2O	4,64	4,67
SO_3	12,15	12,28
Cl	0,66	0,91
H_2O	0,48	—
	101,36	100,20
		—0,20
		100,00

Immerhin schien es sehr wünschenswerth, eine neue Analyse an ideal frischer Subtsanz zu erhalten; durch einen glücklichen Zufall zeigte sich ein Vorkommen von sogenanntem »Lasurstein« vom Baikalsee, welches unten näher beschrieben werden soll, als ganz vorherrschend eine Haüynzusammensetzung besitzend. Das Mineral, welches in grobkrystallinischem Kalkspathe in stark corrodirten Krystallen vorkam, liess sich mittelst der Thoulet'schen Lösung durch Separation in ganz reinem, ideal frischem Material darstellen; die Analyse gab:

	Gefunden:	Berechnet I:	Berechnet II:
SiO_2	32,30	32,27	32,20
Al_2O_3	27,38	27,43	27,37
CaO	8,21	8,20	8,18
MgO	0,11	0,11	0,11
Na_2O	18,03	18,02	17,98
K_2O	0,35	0,35	0,35
SO_3	12,62	13,02	13,17
S	0,44	0,46	0,46
Cl	0,31	0,33	0,33
	99,75	100,19	100,15
	—0,29	0,19	0,15
	99,46	100,00	100,00

Die Berechnung II entspricht einer Znsammensetzung von

92 Molekülen*) Haüyn $(Na_2, Ca)_2 [Al(SO_4 . Na)] Al_2 [SiO_4]_3$,
5,2 - Sodalith $Na_4 . [Al . Cl] . Al_2 [SiO_4]_3$,
2,7 - Ultramarin $= (U.(S_3)) = Na_4 [Al . (S_3 . Na)] Al_2 [SiO_4]_3$.

In den unter I berechneten Werthen ist als Schwefelverbindung die Ultramarinverbindung: $Na_4 [Al . [S_2 . Na] Al_2 [SiO_4]_3 = U.(S_2)$ angenommen; wie im Folgenden nachgewiesen werden soll, ist aber die erstere, die Verbindung II $= U.(S_3)$ die allein wahrscheinliche, obwohl die Berechnung auch bei I befriedigend übereinstimmt; wahrscheinlich ist der bei beiden Berechnungen unbedeutende Unterschied im Schwefelsäuregehalt durch das Vorhandensein einer ganz geringen Menge H_2O, welche sich nicht sicher näher bestimmen liess, zu erklären; dies H_2O braucht nicht als durch Zersetzung eingetretenes Wasser angenommen zu werden; vielleicht ersetzt vielmehr (HO) schon primär in geringer Quantität $(NaSO_4)$ respective Cl im Nosean, Haüyn und Sodalith.

Bei beiden Berechnungen ist jedoch, wie man sieht, die Uebereinstimmung mit der Analyse vollkommen befriedigend; da diese Analyse, welche an reichlich genügendem, sorgfältig gereinigtem und ideal frischem Materiale ausgeführt wurde, als eine Präcisionsanalyse gelten darf, wagen wir dadurch, sowie durch die oben dargestellten Betrachtungen über die früheren Analysen unsere Annahme über die Zusammensetzung des Noseans und des Haüyns als bewiesen zu betrachten. Dieselbe ist der oben aus den vorliegenden Analysen abgeleiteten Sodalithzusammensetzung analog und beweist nach unserer Ansicht, wie diese, die Zugehörigkeit des Haüyns wie seiner Verwandten zur Granatgruppe.

*) Die Molekularproportionen unterscheiden sich nicht bedeutend von den Angaben der Gewichtsprocente.

c. Lasurit (Lasurstein, Lapis lazuli).

Der Lasurstein*) war, wie bekannt, schon bei den alten Griechen und Römern, durch das ganze Mittelalter und noch bis in die neuere Zeit hinein ein geschätzter »Edelstein«; so lange das künstliche Ultramarin noch unbekannt war, wurde sein Vorläufer, »das natürliche Ultramarin«, daraus dargestellt, was dem hübschen Mineral ein ungewöhnliches Interesse verlieh, ein Interesse, welches selbstverständlich nach der Entdeckung der Darstellung des künstlichen Ultramarins sehr abnehmen musste. Da die Beschaffenheit des Lasurits im natürlichen Vorkommen derartig ist, dass eine nähere Kenntniss desselben ohne neuere verbesserte Untersuchungsmethoden nicht möglich war, erklärt dieser Umstand wohl, dass man bis jetzt eigentlich noch nichts Bestimmtes über seine Zusammensetzung gewusst hat. Frühere Untersucher konnten natürlich diese Frage nicht lösen, neuere Forscher haben sich nicht damit abgegeben.

Krystalle von Lasurit müssen ziemlich selten vorgekommen sein; doch werden solche schon in der älteren Literatur bisweilen erwähnt. In ihrer Abhandlung über das Ultramarin**) bemerken Désormes und Clement über den lapis lazuli, dass er »ne s'est jamais offerte à l'état de cristal, si ce n'est dans un seul échantillon, dont M. Guyton est possesseur«; über die nähere Beschaffenheit dieser Krystalle wird aber nichts angegeben. A. Lévy***) erwähnt von dem »Lasurstein« als seine »forme primitive: le cube«; ob diese Angabe sich auf wirklich beobachtete Krystallstücken oder nur auf die gleichzeitig angegebene Spaltbarkeit nach dem Rhombendodekaëder bezieht, ist aus der kurzen Erwähnung dieser krystallographischen Daten unmöglich zu entscheiden.

Dufrénoy giebt (Traité d. min. **3**, 675) an, dass Lhermina 1805 aus Transbaikalien Rhombendodekaëder von Lapis lazuli mitgebracht hatte.

Der Erste, welcher, so viel uns bekannt, Krystalle von »Lasurstein« beschrieben hat, ist N. Nordenskiöld†), dessen Angaben später überall in der Literatur citirt sind; er erwähnt kurz Krystalle von hochblauem Lasurstein, welche von Perowsky aus der »kleinen Bucharei« mitgebracht worden waren, und bemerkt, »dass Würfel- und Rhomboidal-Dodekaëder sowohl für sich als mit einander gemischt vorkommen« etc. Inwiefern die von Nordenskiöld beschriebenen Krystalle wirklich einem echten Lasurstein, oder nicht vielmehr einem tiefblau gefärbten Haüyn angehört haben,

*) Ueber weitere Nomenclatur s. J. Dana, Man. of Min. 5. ed. S. 331.

) »Mémoire sur l'outremer«, Ann. d. chimie 1806, **57, 317.

***) »Description d'une collection de minéraux formée par M. Henri Heuland«, Londres 1837, **2**, 143.

†) »Ueber Lasurstein und die mit demselben vorkommenden Mineralien«, Bull. d. l. soc. imp. d. nat. de Moscou 1857, **30** (1), 213.

lässt sich, da weder Analysen noch eine mikroskopische Untersuchung (damals selbstverständlich unmöglich) darüber belehren, nicht mit voller Sicherheit entscheiden (siehe darüber weiter unten), obwohl das letztere wahrscheinlicher sein dürfte.

Auch H. Fischer*) hat Krystalle von »Lasurstein« aus der Bucharei erwähnt und sogar mikroskopisch untersucht; es ist nach der Beschreibung seiner mikroskopischen Untersuchung zwar unzweifelhaft, dass sich dieselbe auf echten Lasurit bezieht, leider giebt Fischer aber gar nichts über die Form seiner Krystalle an. Dies dürfte aller Wahrscheinlichkeit nach darauf beruhen, dass er ohnehin als selbstverständlich angenommen hat, dass Nordenskiöld's bekannte, überall wiederholte Angaben sich mit Sicherheit auf echten »Lasurstein« bezogen haben, was auch möglich ist, und dass seine Krystalle mit dieser Beschreibung übereinstimmten, weshalb er es als überflüssig angesehen hat, ausdrücklich zu bemerken, dass seine Krystalle als Rhombendodekaëder ausgebildet waren.

Dass Rhombendodekaëder von echtem »Lasurit« in mehreren Sammlungen vorhanden sind, ist uns mit Sicherheit bekannt; inwiefern an echtem Lasurit auch der Würfel auftritt, müssen wir, da uns jetzt Krystalle von echtem Lasurit nicht zugänglich waren, unentschieden lassen. Die Spaltbarkeit ist unvollkommen nach dem Rhombendodekaëder. In krystallographischer Beziehung ist demnach die Uebereinstimmung mit den nahe verwandten Mineralien Haüyn, Nosean und Sodalith evident.

Die chemische Zusammensetzung des »Lasursteins« ist öfters untersucht worden; die Resultate der Analysen zeigten aber nur geringe Uebereinstimmung und stimmten namentlich auch mit einer mit denjenigen der verwandten Mineralien, Nosean, Haüyn und Sodalith analogen Formel gar nicht. Die bis jetzt vorliegenden Analyen sind in der nebenstehenden Tabelle zusammengestellt.

I. M. H. Klapproth, Beitr. z. chem. Kennt. d. Mineralkörper **1**, 196 (1795).

II. Gmelin, Schweig. Journ. **14**, 329 (1815).

III. F. Varrentrapp, Pogg. Ann. **49**, 520 (1840). (Nach Abzug von 36,7 % unlöslicher Substanz.)

IV. F. Field, Quart. Journ. of the Chem. Soc. **4**, 331 (1852).

V. Köhler, in Rammelsberg's Laboratorium ausgeführt. Ramm. Min.-Chem. 1. Ausg., 710 (1860). (Nach Abzug von 6,7 $CaCO_3$.)

VI. Schultz, ebendaselbst. (Nach Abzug von 28,2 $CaCO_3$ und 4,5 $MgCO_3$.)

VII. Schultz, ebendaselbst.

*) »Mikroskopisch-mineralogische Miscellen«, diese Zeitschr. **4**, 369.



wird, benutzt*): »On emploie, pour extraire l'outremer de sa mine, un procédé qui ne semble pas avoir d'analogue, et dont on ignore entièrement la théorie; il consiste à bien mélanger le lazuli porphyrisé avec un mastic fondu, et composé de poix résine, de cire et d'huile de lin. Quand ce mélange est bien fait, on le laisse refroidir, et on le broie ensuite fortement sous un pilon ou sous un rouleau dans l'eau tiède. Cette eau se salit, on la jette, on en met une nouvelle à laquelle bientôt on voit prendre une belle couleur bleue; quand elle est suffisamment chargée, on la laisse reposer, et on en prend d'autre, qui acquiert aussi une couleur bleue, mais moins intense que la première; ainsi de suite, jusqu' à ce que l'eau ne prenne plus qu'une couleur gris-terne. Ces eaux laissent déposer une poudre d'autant plus belle, que le lazuli étoit plus riche, et qu'elles ont reçu le premiers produits. La gangue de l'outremer reste engagée dans le mastic.«

Dass es wirklich durch diesen eigenthümlichen Vorgang gelungen ist, eine Art mechanische Trennung, obwohl in unvollkommener Weise, durchzuführen, lässt sich nicht bezweifeln; die Analyse von Désormes und Clément zeigt durch den relativ niedrigen SiO_2-Gehalt, sowie durch den hohen Na_2O-Gehalt dies ganz evident. Dieselbe war an einem Ultramarin ausgeführt, welches nur die reinsten 2 bis 3 % des zur Darstellung desselben benutzten Lasursteins enthielt; dennoch bemerken die Verfasser selbst, dass es keineswegs rein war: »cependant il n'étoit pas encore absolument pur, mais il l'étoit au moins quinze ou vingt fois plus, que le lazuli, d'òu on l'avoit retiré.« — Dass aber selbst die besseren Ultramarinsorten noch ausserordentlich unrein waren, zeigt die oben citirte Analyse C. G. Gmelin's**) mit 12,22 »Wasser, harzige Substanz, Schwefel und Verlust«, und dennoch 47,31 SiO_2.

Die mikroskopischen Untersuchungen von Fischer, Zirkel und Vogelsang hatten schon gezeigt, dass der natürliche Lasurstein aus einem äusserst innigen Gemenge des eigentlichen färbenden Minerals, für welches wir die Benennung »Lasurit« fixiren wollen, mit Verunreinigungen verschiedener Mineralien besteht. Fischer erklärte es sogar »ein für allemal unmöglich — auch nach der Entfernung der kohlensauren Salze — die noch engstens mit einander verwachsenen Silicate des Lasurit-Gemenges je für die Analyse mechanisch zu scheiden***)«. Es schien bei unseren Versuchen,

---

*) In seiner Inauguraldissertation »Ueber das Ultramarin« (Göttingen 1860) führt H. Ritter nach Haudiquer de Blancourt und Dumas eine ähnliche Methode an.

**) Dieselbe war an einer Drachme (= 3,75 g) »zweiter Qualität«, welche zusammen mit zwei Drachmen »erster Qualität« von Paris bezogen 50 Francs kosteten, ausgeführt; Gmelin giebt übrigens selbst an, dass das in Rom dargestellte Ultramarin, welches damals »14 grosse Thaler die Unze« kostete, viel reiner wäre.

***) H. Fischer: »Kritische, mikroskopisch-mineralogische Studien« I, in Berichte üb. d. Verhandl. d. naturforsch. Ges. z. Freiburg 1869, 5 (2), 52.

durch die Thoulet'sche Methode reines Material des blauen isotropen Lasurits selbst zu isoliren, wirklich zuerst, als ob Fischer mit dieser Behauptung Recht behalten sollte. Aus einem Vorkommen von »Centralasien«, welches wir aus den Sammlungen des schwedischen Reichsmuseums erhielten, und welches makroskopisch wunderschön aussah, versuchten wir zuerst ganz vergeblich, reines Material darzustellen; aus mehr als 120 g, welche in fünf Portionen in einem Brögger'schen Apparate behandelt wurden, erhielten wir schliesslich nur etwas mehr als ein halbes Gramm (0,56) und diese Substanz enthielt noch wenigstens 15 % Verunreinigungen. Und dennoch war dies Vorkommen das schönste von tiefblauem Lasurstein, was uns bei unserer Untersuchung zugänglich war; erstens konnten wir durch die Freundlichkeit des Freiherrn A. E. Nordenskiöld über die reichen Vorräthe des schwedischen Reichsmuseums (zum Theil Originalstufen von N. Nordenskiöld) verfügen, dann über die Vorkommnisse des mineralogischen Instituts der Hochschule Stockholm, welches neuerdings mit einer Anzahl prächtiger, durch Herrn G. Flink aus Asien mitgebrachter Lasursteinstufen bereichert war, und endlich hatte uns Herr A. Lösch in St. Petersburg mit grösster Liberalität Proben sämmtlicher an der russischen Bergakademie vorhandener Stufen zur Untersuchung gesendet. Das uns zugängliche Material war demnach nicht gering, und das beste Vorkommen zeigte sich doch anfänglich so wenig hoffnungsvoll.

Dann fanden wir durch die mikroskopische Untersuchung, dass namentlich die Randtheile der Stufen des schon einmal versuchweise benutzten Vorkommens reicher an reinen, aus isotropem Lasurit bestehenden Körnchen schien; es wurden deshalb diese Randtheile vorzugsweise verwendet. Da sie aber allein nicht genügten, wurde im Ganzen ein halbes Kilogramm des genannten Vorkommens für die Bereitung des Materiales in Angriff genommen. Dieses wurde zuerst fein gestossen (nicht gerieben), durch feinstes Mühlensiebtuch gesiebt, dann in vielen Portionen sehr sorgfältig geschlämmt, um das feinste Pulver zu entfernen, und nun in Portionen von je 20 bis 30 g in einem Brögger'schen Trennungsapparate separirt. Nach ungefähr 14-tägiger Arbeit gelang es schliesslich, aus dem halben Kilogramm ausgesuchter Substanz 2,1 g genügend reines, tiefblaues Analysenmaterial zu erhalten. Auch dies war zwar nicht vollkommen rein; es enthielt sogar 6,46 % Verunreinigungen. Es zeigte sich aber, dass ihre Menge sich leicht bestimmen und abscheiden liess, indem das Analysenmaterial mit äusserst verdünnter Salzsäure (resp. Salpetersäure) behandelt wurde, wobei sich das reine Lasuritpulver nach und nach vollständig löste, während die Verunreinigungen, in welchen keine Spur von Kalkspath vorhanden war, unlöslich blieben. Dass es schliesslich gelang, genügend reines Analysenmaterial zu erhalten, beruhte auf dem glücklichen Umstande, dass das dazu verwendete Handstück nur in äusserst geringer Menge Kalkspath enthielt und namentlich,

dass dieser Kalkspath nicht innig mit dem Lasurit verwachsen war und sich deshalb mit den schwereren Bestandtheilen vollständig abtrennen liess.

Was die Ausführung der Analyse betrifft, so ist Folgendes zu bemerken, was auch für die oben angeführten neuen Analysen von Sodalith und Hauyn gilt: Für die Bestimmung der SiO_2 und der Basen wurde eine Mineralportion mit viel Wasser angerührt und mit ein wenig Salzsäure versetzt, wodurch die Mineralien selbst sich vollständig lösten unter Hinterlassung der in so verdünnter Säure unlöslichen Verunreinigungen, nach deren Abfiltriren die Analyse in gewöhnlicher Weise ausgeführt wurde. Für die Cl-Bestimmung wurde das Mineralpulver durch ähnliches Verfahren in Salpetersäure gelöst und, nach Oxydation des H_2S durch Eisenalaun, das Cl ohne Erwärmung mittels $AgNO_3$ gefällt. In dem gewogenen $AgCl$ wurde nach Reduction mit Wasserstoff eine etwa vorhandene Spur von SiO_2 bestimmt. Die Schwefelsäure wurde nach Auflösen des Minerals in Salzsäure in üblicher Weise bestimmt; zur Ermittelung des Totalgehaltes an S wurde dagegen das Mineral in einem Kölbchen mit rauchender Salpetersäure oxydirt und alles S als $BaSO_4$ gewogen. Die Bestimmung des in metallischer Bindung vorhandenen, als H_2S entweichenden Schwefels wurde nach einer von Heumann*) empfohlenen Methode ausgeführt: das Mineral wurde in Gegenwart einer bekannten Menge von $AgNO_3$ in Salpetersäure aufgelöst; der aus Ag_2S, $AgCl$, S und Verunreinigungen bestehende Rückstand wurde abfiltrirt und in der Lösung das überschüssige Silber bestimmt. Wenn der Cl-Gehalt voraus bestimmt und somit bekannt ist, ergiebt sich dann diejenige S-Menge, welche den Rest des Silbers als Ag_2S ausgefällt hat. Der in Polysulfidbindung vorhandene S ergiebt sich aus der Differenz. — Die Analyse gab:

	Gefunden:		Berechnet: A.		B.		C.	
SiO_2	32,52		32,65		32,48		32,48	
Al_2O_3	27,61		27,75		27,61		27,62	
CaO	6,47		6,69		6,65		6,60	
Na_2O	19,45		20,11		20,00		19,84	
K_2O	0,28		0,29		0,29		0,29	
H_2O	—		—		—		0,07	
SO_3	10,46		10,18		10,46		10,47	
S (a)	0,88	2,71	1,32	2,64	1,16	2,71	0,90	2,71
S (b)	1,83		1,32		1,55		1,81	
Cl	0,47		0,46		0,47		0,47	
	99,97		100,77		100,67		100,55	
	0,55		0,76		0,68		0,56	
	99,42		100,01		99,99		99,99	

*) Annalen der Chemie 1880, **208**, 189.

Die berechnete Formel A entspricht einer Zusammensetzung von $(Na_2, K_2, Ca)_2\,[Al.((SO_4.Na), (S_2.Na), Cl)]\,Al_2\,[SiO_4]_3$, in Proportion:

70,2 Molekülen Haüyn $(Na_2, Ca)_2[Al(SO_4.Na)]Al_2[SiO_4]_3$,
22,7 - Ultramarin $Na_4.[Al.(S_2.Na)]Al_2[SiO_4]_3 = U.(S_2)$,
7,1 - Sodalith $Na_4.[Al.Cl].Al_2[SiO_4]_3$.

Die berechnete Formel B entspricht einer Zusammensetzung von:

72,5 Molekülen Haüyn,
20,1 - Ultramarin $= 2[U.S_2] + [U.S_3]$,
7,4 - Sodalith.

Als die Ultramarinverbindung ist hier angenommen eine gemischte Verbindung von

$$Na_4[Al\,(S_2.Na)]\,Al_2\,[SiO_4]_3 = U.(S_2) \text{ und}$$
$$Na_4.[Al.(S_3.Na)]\,Al_2\,[SiO_4]_3 = U.(S_3),$$

wobei das Verhältniss von $U.(S_2)$ und $U.(S_3) = 2:1$.

Die berechnete Formel C endlich entspricht:

76,9 Molekülen Haüyn (worin ein wenig*) $(Na\,SO_4)$ durch (HO) ersetzt ist),
15,7 - Ultramarin $U.(S_3) = Na_4[Al.(S_3.Na)]Al_2[SiO_4]_3$,
7,4 - Sodalith.

Die Constitution der Verbindung $U.(S_3)$ kann auf folgende Weise angedeutet werden:

$$\begin{array}{l}
\qquad\qquad\qquad\qquad\quad Na - O \diagdown \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\quad Na - O > Si \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad\; O \diagup \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\quad Al \lessdot O \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad\; O \diagdown \\
Na - S - S - S - Al < \begin{matrix} O \\ O \end{matrix} > Si \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad\; O \diagup \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\quad Al \lessdot O \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad\; O \diagdown \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\quad Na - O > Si \\
\qquad\qquad\qquad\qquad\quad Na - O \diagup
\end{array}$$

Das Vorhandensein einer Verbindung mit (HO) statt $(Na\,SO_4)$ ist zwar sehr wahrscheinlich, lässt sich aber nicht näher beweisen, spielt auch bei der Berechnung keine wesentliche Rolle, da auch ohne diese Annahme die Übereinstimmung der gefundenen und der berechneten Werthe ganz befriedigend ist; dieselbe spielt deshalb auch für die Entscheidung der einen oder der anderen Formel keine Rolle.

Bei Controlversuchen wurde für die Thonerde ausser der oben angeführten Zahl 27,60 gefunden; für Na_2O wurde bei einer zweiten Bestim-

*) 4,3 Moleküle.

mung 19,28 gefunden. Der Gesammtgehalt des S ist als Mittel zweier nahe übereinstimmender Versuche, welche 2,72 und 2,70 % gaben, angegeben.

Die gefundenen und die berechneten Zahlen stimmen, wie man sieht, ganz genügend; bei der Wahl zwischen den verschiedenen berechneten Formeln sind namentlich die möglichst genau ausgeführten Schwefelbestimmungen von Bedeutung; diese beweisen, dass entschieden die dritte Auffassung, in welcher die Verbindung $U(S_3)$ angenommen ist, den Vorzug verdienen muss, eine Auffassung, welche weiter unten bestätigt werden soll. Die als S(a) angeführte S-Menge entspricht der als H_2S entweichenden S-Menge; S(b) ist die S-Quantität, welche beim Lösen des Minerals als freier Schwefel ausfällt; dieser Theil des Schwefelgehaltes ist früher für den Lasurit niemals bestimmt worden und ist somit den früheren Analytikern des natürlichen Ultramarins entgangen. Da bei der Analyse das Verhältniss S(a):S(b) sehr nahe wie 1:2, nicht wie 1:1, gefunden wurde, so muss die in den Lasurstein eingehende Ultramarinverbindung der Hauptsache nach die Verbindung

$$Na_4[Al.(S_3.Na)]Al_2[SiO_4]_3$$

sein. Wir meinen durch die obenstehende Untersuchung bewiesen zu haben, dass wenigstens für das von uns untersuchte Vorkommen der färbenden Ultramarinverbindung eine mit derjenigen des Haüyn und des Sodalith analoge Formel, in welcher die Gruppe $(Na.SO_4)$ resp. Cl durch das einwerthige Polysulfidradical (NaS_3) ersetzt ist, zukommen muss. Diese Verbindung

$$Na_4[Al.(S_3.Na)]Al_2[SiO_4]_3,$$

welche wir als $U(S_3)$ bezeichnen wollen, dürfte überhaupt die charakteristische Verbindung des blauen Ultramarins repräsentiren.

Es dürfte in dieser Verbindung nicht ohne Interesse sein, zu untersuchen, in wie weit dieses durch das Studium einer aus der Werkstätte der Natur selbst herrührenden Ultramarinverbindung erhaltene Resultat mit den durch die Untersuchung der auf artificiellem Wege gebildeten Ultramarine erhaltenen Schlüssen übereinstimmt.

Die Hauptschwierigkeit bei allen Versuchen, die Constitution des reinen Ultramarins zu bestimmen, hat darin bestanden, dass man weder durch Krystallisation noch auf andere Weise ein ausschliesslich aus einer einzigen chemischen Verbindung bestehendes Ultramarin darstellen konnte; man hat bis jetzt fast nie das künstliche Ultramarin frei von Substanzen, welche durch störende Nebenreactionen die Verhältnisse der reinen eigentlichen Ultramarinverbindung unklar machen, erhalten können; namentlich liess sich die Bildung von Sauerstoffverbindungen des Schwefels bei der Darstellung nicht umgehen; es war deshalb bis jetzt unmöglich, eine ganz

sichere Vorstellung über die quantitative Zusammensetzung der eigentlichen Ultramarinverbindungen zu erlangen. Diese Umstände erklären, weshalb man auch in der neueren Ultramarinliteratur so oft auf widersprechende Angaben betreffs des Beobachtungsmateriales selbst stösst, sodass es für Diejenigen, welche selbst nicht auf diesem Gebiete gearbeitet haben, in manchen Fällen sich unmöglich entscheiden lässt, was als vollkommen sicher festgestellt werden darf*).

Ueber die theoretische Auffassung der Beobachtungen herrscht ein noch grösserer Mangel an Uebereinstimmung bei den verschiedenen Verfassern; es ist eine grosse Anzahl äusserst abweichender Ansichten über die Zusammensetzung des Ultramarins aufgestellt.

Die verschiedenen Auffassungen lassen sich hauptsächlich auf folgende Gruppen vertheilen:

I. Der wesentliche färbende Bestandtheil des Ultramarins wäre ein in fein vertheiltem Zustande durch die ganze Masse mechanisch beigemischtes Pigment. Dies Pigment wäre entweder:
   a) Schwefelaluminium**) oder
   b) Schwefel, in der von Magnus angenommenen schwarzen Modification***), welche jedoch nach Mitscherlich's Untersuchung wohl kaum als eine besondere Modification des Schwefels gelten darf.

II. Das Ultramarin wäre ein mechanisches Gemenge von Natriumaluminiumsilicat mit Schwefelnatrium†).

III. Das Ultramarin wäre eine bestimmte einheitliche chemische Verbindung, entweder:
   a) ein Sulfosilicat: $Na_2SSiO_2 . Al_2SiO_5$††),

---

*) Die folgenden Bemerkungen beziehen sich nur auf das gewöhnliche Natrium-Schwefel-Ultramarin; wie bekannt, kann im Ultramarin aber auch der Schwefel durch Selen oder Tellur, und auf indirectem Wege auch das Natrium durch Kalium, Lithium, Silber, Calcium, Baryum, Magnesium oder Zink ersetzt werden. Diese indirecte Darstellung wird theils durch die Einwirkung einer Metalllösung auf Natriumultramarin (wie bei *Ag*), theils durch Schmelzen des Silberultramarins mit einer Jodverbindung des einzuführenden Metalles (wie bei Kalium) erreicht. E. Guimet (Bull. d. l. soc. chim. d. Paris, Nouv. Sér. 1878, **29**, 99) behauptet, dass von diesen verschiedenen Ultramarinsorten allein das Natriumultramarin blau ist, während andere Verf. (z. B. Heumann, Lieb. Ann. d. Chem. 1880, **201**, 276) sowohl von dem Kaliumultramarin als von dem Lithiumultramarin angeben, dass sie blau sind.

) W. Stein, Journ. f. pr. Chem. 1871, **111, 38.

***) F. Knapp, Dingl. pol. Journ. 1879, **233**, 479; Journ. f. pr. Chem. Neue Folge, 1885, **32**, 375; 1888, **38**, 48.

†) Diese Auffassung wurde in älterer Zeit recht häufig angenommen, in neuerer Zeit namentlich von A. Rinne, Ber. d. deutsch. chem. Ges. **12**, 1323.

††) R. Rickmann, Ber. d. deutsch. chem. Ges. **11**, 2013; auch in Dingl. pol. Journ. 1879, **232**, 168.

b) eine Verbindung: $Si_6 Al_6 Na_4 \left\{ \begin{matrix} Na\,S \\ Na\,S \end{matrix} \right. O_{23}$*),

c) eine Verbindung $2 \left. \begin{matrix} Na_2 O \\ Na_2 O \end{matrix} \right\} S + 3\, Al_2 Si_2 O_7$**),

d) eine Molekularverbindung von dem Silicat des Nephelin, Natriumsulfid und einem Natriumsalze einer der Säuren des Schwefels, nach der gewöhnlichen Annahme einem Natriumhyposulfit***),

e) eine Molekularverbindung des Nephelinsilicates mit einem Natriumpolysulfid†), entweder

1) $Na_2 S_5$††) oder
2) $Na_2 S_4$†††) oder
3) $Na_2 S_2$*†).

Diese sämmtlichen Formeln beziehen sich auf reinblaues Ultramarin (kieselarmes Ultramarin, outremer clair). Ausführlichere historische Darstellungen finden sich z. B. in den citirten Abhandlungen von Ritter, Heumann, Guckelberger etc.

Wie aus dieser kurzen, sehr zusammengedrängten Uebersicht der Ansichten über die Zusammensetzung des künstlichen Ultramarins hervorgeht, ist Niemand auf eine Ultramarinformel, welche mit der von uns hier für die natürliche im Lasurstein enthaltene Ultramarinverbindung aufgestellten Formel übereinstimmt, gelangt; weder was die Art der Bindung des Schwefels $[\overbrace{(Na\,.\,S_3)\,Al}^{II}]$, noch was die Proportionen der Bestandtheile der Formel betrifft, stimmt unsere Ansicht mit den früheren Auffassungen überein.

Die Ursache der letzteren Abweichung ist in dem auffälligen Unterschiede zwischen dem natürlichen und dem künstlichen Ultramarin begründet, wie aus der folgenden Tabelle zu ersehen.

---

*) »Einfachster Ausdruck für das Ultramarinblau«, G. Guckelberger, Lieb. Ann. d. Chem. 1882, **218**, 182.

) A. Lehmann, Ber. d. deutsch. chem. Ges. **11, 1961.

***) H. Ritter, Ueber das Ultramarin, Inaug.-Diss. Göttingen 1860; auch andere ältere Autoren.

†) Die immer in geringer Menge vorhandenen Säureverbindungen wären nach dieser Ansicht als Verunreinigungen zu betrachten, da man bei nöthiger Vorsicht ein Ultramarinblau ohne dieselben darstellen kann. Beiläufig verdient hier erwähnt zu werden, dass die nachgewiesenen Verbindungen: Natriumhyposulfit, Natriumsulfit und Natriumsulfat sich nicht durch Wasser auslaugen lassen, weshalb dieselben wohl unzweifelhaft auf dieselbe Weise wie das $(Na\,SO_4)$ im Haüyn mit dem Silicat verbunden sein müssen.

††) Breunlin, Ann. Chem. Pharm. **97**, 295, sowie mehrere ältere Autoren.

†††) R. Hoffmann, Lieb. Ann. d. Chem. 1878, **194**, 1.

*†) K. Heumann, Lieb. Ann. d. Chem. 1880, **203**, 174.

	I.	II.	III.	IV.	V.	a.	b.
SiO_2	39,3	39,0	37,9	38,3	40,7	33,58	31,69
Al_2O_3	30,7	30,4	30,5	31,1	24,0	28,55	26,94
Na_2O	23,1	23,3	23,0	22,4	23,5	28,92	27,29
S	8,4	8,4	8,0	7,7	13,6	11,94	16,90

I. Kieselarmes Ultramarin von Marienberg. Reinstes Fabricationsproduct, R. Hoffmann, Lieb. Ann. d. Chem. 1880, **203**.

II. Kieselarmes Ultramarin von Marienberg. Reinstes Fabricationsproduct, Derselbe, ibid.

III. Kieselarmes Ultramarin von Marienberg. Reinstes Fabricationsproduct, K. Heumann (1879).

IV. Aus Nürnberger Ultramaringrün dargestelltes blaues Ultramarin; Derselbe.

V. Kieselreiches*) Ultramarin; R. Hoffmann, Lieb. Ann. d. Chem. **194**, 14.

a. Berechnete Zusammensetzung der Ultramarinformel
$Na_4[Al.(Na.S_2)]Al_2[SiO_4]_3$,

b. Berechnete Zusammensetzung der Ultramarinformel
$Na_4[Al(Na.S_3)]Al_2[SiO_4]_3$.

Wie aus diesen Analysen hervorgeht, scheint das kieselarme Fabrikultramarin eine ziemlich constante Zusammensetzung zu haben, die aber trotzdem von der berechneten Zusammensetzung, nach der aus der Untersuchung des natürlichen Ultramarins abgeleiteten Formel, wesentlich verschieden ist. Nun wäre es allerdings möglich, dass dieser Unterschied auf einer wirklichen wesentlichen Ungleichheit der Zusammensetzung der blaugefärbten künstlichen und natürlichen Ultramarinverbindung beruhe. Es kann aber dieser Unterschied auch ebenso gut nur scheinbar sein und möglicher Weise darauf beruhen, dass selbst das reinste künstliche Ultramarin, trotz seiner ziemlich constanten Zusammensetzung, doch nicht aus einer einzelnen chemischen Verbindung besteht.

Um diese Frage zu beurtheilen, wollen wir den gewöhnlichen Fabricationsprocess des Ultramarinblau näher betrachten**). Derselbe zerfällt

*) Sogenanntes kieselreiches Ultramarin, outremer foncé (eigentlich ist es ebensoviel der höhere S-Gehalt, der geringere Al_2O_3-Gehalt, als der SiO_2-Gehalt, welcher charakteristisch ist), wird durch Zusatz von SiO_2 zum Kaolin beim Aufschliessen desselben erhalten. Es hat eine mehr röthlichblaue Farbe und ist zum Unterschiede von dem kieselarmen Ultramarinblau gegen die Einwirkung einer Alaunlösung beständig. Seine Zusammensetzung und seine Eigenschaften sind nur wenig untersucht, weshalb wir dasselbe nur beiläufig erwähnen, nicht ausführlicher besprechen wollen. Siehe übrigens weiter unten.

**) Das rein Technische der folgenden Darstellung ist wesentlich den Abhandl. der Herren Heumann, Hoffmann u. A. entnommen.

eigentlich in **drei** verschiedene Processe, von welchen die beiden ersteren jedoch gewöhnlich in einer Operation ausgeführt werden.

Erstens bildet sich durch Aufschliessen von Kaolin mit Soda ein Silicat, angeblich von der Zusammensetzung des Nephelins. Dies Silicat kann, wenn man will, in reinem Zustande erhalten werden, wenn man den immer geringen Ueberschuss von Soda mit Wasser auslaugt, und ist auch mehrmals auf diese Weise rein dargestellt (nach Gmelin, R. Hoffmann, Silber*) u. A.), ja selbst analysirt worden. Nach den Untersuchungen von Gmelin und R. Hoffmann besteht dasselbe aus Na_2O, Al_2O_3 und SiO_2 im Verhältniss 1:1:2 und ist durch Säuren vollkommen zersetzbar.

Um uns davon zu überzeugen, ob diese angebliche »Nephelinsubstanz« wirklich Nephelin war, stellten wir dieselbe durch einen Versuch im Kleinen dar und zwar durch sechsstündiges Erhitzen bei Rothgluth (NB. man muss sich vor zu hoher Temperatur hüten) eines Gemisches von Kaolin und Soda in der ihren Aequivalenten entsprechenden Proportion (doch mit einem ganz geringen Ueberschuss von Soda); nach Auslaugung mit Wasser bestand der Rückstand aus einem weissen Pulver, das u. d. M. betrachtet sich als aus weissen, wasserhell durchsichtigen Körnchen bestehend ergab; die Körnchen zeigten sich krystallinisch, aber nicht idiomorph begrenzt, vollkommen isotrop**).

Diese angebliche »Nephelinsubstanz« ist also nicht, wie bis jetzt allgemein angenommen, Nephelin, sondern eine regulär krystallisirende Verbindung von einer derjenigen des Nephelin nahe verwandten Zusammensetzung; wie aus dem Untenstehenden hervorgehen wird, dürfte dieselbe als eine Verbindung

$$Na_3Al_3[SiO_4]_3 = N$$

aufgefasst werden können***).

Zweitens bildet sich durch gleichzeitige Einwirkung des Ueberschusses von Soda und der zugesetzten Menge von Schwefel und Kohle†)

---

*) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1881, **14**, 941.

**) Wenn die Reaction nicht vollständig abgeschlossen ist, erhält man ausserdem Reste von unvollständig zersetzten, opaken Kaolinkörnchen.

***) Dass diese Verbindung, welche schon Hoffmann als »das Grundsilicat der Ultramarine der sogenannten kieselarmen Reihe« auffasste, ein durch 3 theilbares Molekulargewicht besitzen muss und nicht, wie früher allgemein gebräuchlich, $Na_2Al_2Si_2O_8$ geschrieben werden muss, wurde schon von P. G. Silber (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1881, **14**, 941—946) wahrscheinlich gemacht; bei der Behandlung dieses Silicates mit HCl-Gas trat nämlich ein Drittel des Na aus, ebenso wurde bei Behandlung mit Silbernitratlösung ein Drittel des Na durch Ag ersetzt. Silber nahm deshalb die Formel: $3(Si_2Al_2Na_2O_8)$ an, was auch $Na_6Al_6[SiO_4]_6$ geschrieben werden könnte, eine Formel, welche mit 2 dividirt die unserige giebt.

†) Man kann diesen ganzen Process auch auf verschiedene andere Weise ausführen.

Natriumsulfid, welches mit der eben erwähnten regulären, nephelinähnlich zusammengesetzten Verbindung folgende Muttersubstanzen des blauen Ultramarins bildet: a) sog. »weisses Ultramarin«, wenn vorzugsweise Natriummonosulfid auf dieselbe reagirt hat, b) sog. »grünes Ultramarin«, wenn mehr Schwefel aufgenommen wird.

Dem weissen Ultramarin dürfte nach unserer Ansicht aller Wahrscheinlichkeit nach die Formel

$$Na_4[Al.(S.Na)]\,Al_2[Si\,O_4]_3 = U(S_1)$$

zukommen; dies wird durch mehrere Umstände bewiesen. Theils hat nämlich K. Heumann durch Reduction des Haüyns mittelst Wasserstoffgas ein mit dem weissen Ultramarin identisches Product dargestellt*); theils wird diese Annahme über die Zusammensetzung des weissen Ultramarins auch durch die vorliegenden Analysen desselben bewiesen.

	Hoffmann:	Ritter:	Rickmann:	Knapp u. Ebell:	Berechnet aus unserer Formel:	Ber. aus Hoffm. Formel:	Ber. aus Heumann's Formel:
Si	17,0	18,2	16,6	18,78	16,67	15,44	17,30
Al	16,6	16,6	16,2	15,83	16,07	15,06	16,88
Na	21,5	19,0	20,9	18,03	22,82	25,37	21,32
S	6,4	6,1	5,7	6,89	6,35	8,83	4,94
O	38,4	40,1	40,6	40,47	38,09	35,30	39,55

Die Uebereinstimmung der berechneten Zusammensetzung mit den Analysen ist nach unserer Formel, wie man sieht, ziemlich befriedigend, während die aus den von Hoffmann resp. Heumann aufgestellten Formeln: $[Na_2Al_2Si_2O_8] + Na_2S$, resp. $2[Na_2Al_2Si_2O_8] + Na_2S$ berechneten Zusammensetzungen mit der gefundenen erheblich weniger übereinstimmen**). Wenn in einigen Analysen etwas mehr SiO_2, als nach unserer Formel erforderlich, gefunden wurde, so dürfte dies darauf zu beziehen sein, dass in die Zusammensetzung des weissen Ultramarin zum geringen Theile auch noch andere kieselsäurereichere isomorphe Verbindungen, namentlich vielleicht die genannte Verbindung $Na_3Al_3[SiO_4]_3$, ohne aufgenommenes (Na_2S), eingeht.

Dies wird dadurch bestätigt, dass im grünen Ultramarin, welches bedeutend mehr Polysulfidschwefel als das weisse***) enthält, nach den vor-

*) Siehe Heumann's Abhandlung l. c. S. 195.

**) Es verdient hier auch daran erinnert zu werden, dass Lemberg's Darstellung von Sodalith und Nosean durch Schmelzen des Eläoliths mit $NaCl$ resp. Na_2SO_4 in nicht geringem Grade mit der Darstellung des weissen Ultramarins analog ist.

***) Das weisse Ultramarin besteht nämlich in der gewöhnlichen Darstellung niemals ausschliesslich aus der genannten Verbindung $U(S_1)$ in reinem Zustande, sondern enthält immer auch schwefelreichere Polysulfidverbindungen beigemischt

handenen Analysen zu urtheilen, die Verbindung $Na_3 Al_3 [SiO_4]$, die wir der Kürze wegen mit N bezeichneten, in noch bei weitem grösserer Menge vorhanden zu sein scheint. Die folgenden Analysen des grünen Ultramarins*)

	Gr. Ultram. Nürnberg:	Gr. Ultr. Extra Nürnberg:	Gr. Ultram. Gebr. Strobenz:	Mittel:
SiO_2	37,75	36,81	37,35	37,30
Al_2O_3	30,59	31,11	31,11	31,07
Na_2O	25,15	25,04	25,84	25,34
S	7,17	7,05	7,49	7,24
	100,66	100,01	101,79	100,95

verschiedener Darstellungen zeigen eine auffällige Uebereinstimmung; die Fabricationsmethoden müssen deshalb offenbar sehr constante Producte liefern. Dass im grünen Ultramarin ein Polysulfid in nicht geringer Menge vorhanden ist, ist von mehreren Forschern festgestellt. Die Analysen zeigen nun auch eine ganz befriedigende Uebereinstimmung mit den aus den Mischungsformeln

$$\left\{\begin{matrix} Na_3 Al_3 [SiO_4]_3 \\ Na_4 [Al.(S_2.Na)] Al_2.[SiO_4]_3 \end{matrix}\right. = N + U(S_2) \quad \text{und} \quad \left\{\begin{matrix} 2[Na_3 Al[SiO_4]_3] \\ 3[Na_4.[Al.(S_2.Na)] Al_2 [SiO_4]_3] \end{matrix}\right. = 2N + 3U(S_2)$$

berechneten Zusammensetzungen

	$N + U(S_2)$	$2N + 3U(S_2)$	$U(S_1)$
SiO_2	37,35	36,50	35,71
Al_2O_3	31,93	31,22	29,80
Na_2O	25,73	26,40	30,10
S	6,64	7,79	6,35
	101,65	101,91	101,96

Zum Vergleich ist die aus der Formel $Na_4 [Al(S.Na)] Al_2 [SiO_4]_3 = U(S_1)$ berechnete Zusammensetzung des reinen weissen Ultramarins nebenbei angeführt.

Man sieht hieraus, dass das grüne Ultramarin ziemlich nahe mit den oben angeführten Mischungsformeln $N + U(S_2)$ und $2N + 3U(S_3)$ übereinstimmt; dass die Uebereinstimmung nicht absolut ist, beruht wahrscheinlich darauf, dass auch andere isomorphe Verbindungen vorhanden sind, theils sicher noch die weniger schwefelreiche Verbindung $U.(S_1)$ des weissen Ultramarins, theils auch wohl in geringer Menge andere verwandte

*) J. Szilasi, Liebig's Ann. d. Chem. **251**, 100—102; die Analysen sind von uns nach den von Szilasi angegebenen Werthen für Si, Al, Na und S umgerechnet; jede ist Mittel von mehreren Analysen.

Verbindungen; der höhere $Si\,O_2$-Gehalt spricht aber bestimmt für die Annahme, dass die Verbindung N vorhanden sein muss.

Das grüne Ultramarin zeigte sich u. d. M. in ungepulverten (rohen) Proben von aussergewöhnlich grobem Korn, welche wir durch die freundliche Vermittelung des Herrn Director Hoffmann aus der Ultramarinfabrik Marienberg bei Bensheim erhielten, aus durchaus homogenen, isotropen Körnchen bestehend; in manchen Fällen wurden deutlich sechseckige Umrisse der Körner, entsprechend einer Begrenzung durch die gewöhnlichste Form der Sodalithgruppe, das Rhombendodekaëder, beobachtet. Auch wurden ja schon früher von Hoffmann und Grünzweig in einem blassgrünlich gefärbten Ultramarin homogene, deutlich erkennbare Krystalle, die, wie die von uns untersuchten, aus isotropen Rhombendodekaëdern bestanden, erkannt; die Beobachtung der genannten Herren wurde von Vogelsang und Knapp bestätigt*).

Es ist damit bewiesen, dass die verschiedenen Verbindungen N, $U(S_1)$ und $U(S_2)$ chemisch und krystallographisch homöomorphe Verbindungen sind, und, in verschiedenem Mengenverhältniss mit einander verbunden, krystallisiren können.

Während die erste und zweite Abtheilung des Ultramarinprocesses in der Industrie immer gleichzeitig ausgeführt werden, wird der dritte Theil der Darstellung des Ultramarins, wodurch schliesslich (aus dem weissen oder, wie bei der Fabrication immer üblich) aus dem grünen Ultramarin das blaue Ultramarin hergestellt wird, für sich als eine getrennte Operation vorgenommen. Es wird dabei das durch Auslaugung mit Wasser von überschüssigen Natriumsalzen befreite Mutterultramarin (gewöhnlich also grünes Ultramarin) erhitzt und mit Säureanhydriden behandelt; es wird dabei bald SO_2 oder SO_3, bald aber Cl-Gas, auch HCl-Gas oder selbst der Sauerstoff der Luft angewandt**).

Es wird dadurch das Austreten eines geringen Theiles des Natrium aus der Verbindung erreicht: die wesentlichste Aenderung ist aber, dass der Schwefel, ohne dass seine Quantität ab- oder zunimmt, nach der Reaction vorherrschend in einem Polysulfid gebunden ist; im Endproducte ist nämlich dieser Polysulfidschwefel im Verhältniss zu dem metallisch gebundenen Schwefel fast immer in grösserer Portion als 1 : 1 zugegen.

Diese Zunahme des Polysulfidschwefels auf Kosten des metallisch ge-

*) Siehe C. Grünzweig und R. Hoffmann, »Ueber Ultramarinkrystalle« in: Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1876, 9, 864—868.

**) Die Reaction kann auch auf verschiedene andere Weise variirt werden und scheint auch auf nassem Wege ausführbar; auf Einzelheiten einzugehen würde hier zu weit führen.

bundenen kann kaum auf andere Weise erklärt werden, als dadurch, dass der beim Austreten eines Theils des *Na* frei gewordene Schwefel sich in statu nascendi mit einem gebunden bleibenden Schwefelatom vereinigt und somit ein Polysulfid mit grösserem Schwefelgehalte bildet; da aber der Schwefel des blauen Ultramarins auf Kosten des schon im grünen (resp. weissen) Ultramarin vorhandenen Schwefels in eine an Polysulfidschwefel reichere Verbindung übergeführt ist, so folgt hieraus, dass als Endproduct eine gemischte, theils an Polysulfidschwefel reichere, theils daran ärmere oder davon freie Verbindung entstehen muss.

Als Beispiel kann die Reaction des grünen Ultramarins mit *Cl*-Gas nach unserer Auffassung dienen:

$$[2[Na_3Al_3[SiO_4]_3] \,.\, 3[Na_4[Al\,.\,(S_2\,.\,Na)]Al_2[SiO_4]_3]] + 2Cl =$$
$$[3[Na_3Al_3[SiO_4]_3] \,.\, 2[Na_4[Al\,.\,(S_3\,.\,Na)]Al_2[SiO_4]_3]] + 2NaCl$$

oder

$$[2N + 3U(S_2)] + 2Cl = [3N + 2U(S_3)] + 2NaCl.$$

Beim weissen Ultramarin würde sich mit *Cl*-Gas die Reaction auf folgende Weise darstellen lassen:

$$3[Na_4[Al\,.\,(S\,.\,Na)]Al_2\,.\,[SiO_4]_3] + 4Cl =$$
$$[2[Na_3Al_3[SiO_4]_3]\,.\,[Na_4[Al\,.\,(S_3\,.\,Na)]Al_2[SiO_4]_3] + 4NaCl$$

oder

$$3U(S_1) + 4Cl = [2N + 1U(S_3)] + 4NaCl.$$

Wenn, wie höchst wahrscheinlich, die blaue Farbe eben von der Bildung der Verbindung $U(S_3)$ abhängig ist, so scheint es offenbar, dass die Darstellung des blauen Ultramarins aus dem schwefelreicheren grünen vortheilhafter als aus dem schwefelärmeren weissen Ultramarin sein muss, was auch mit der Erfahrung stimmt.

Zum Vergleiche der oben angeführten Ultramarinanalysen mit den aus den eben genannten Mischungsformeln des blauen Ultramarins berechneten Zusammensetzungen dient folgende Tabelle*):

	I.	II.	III.	IV.	$[3N + 2U(S_3)]$	$[2N + U(S_3)]$
SiO_2	39,3	39,0	37,9	38,3	37,29	38,06
Al_2O_3	30,7	30,4	30,5	31,1	31,82	32,42
Na_2O	23,1	23,3	23,0	22,4	24,35	23,95
S	8,4	8,4	8,0	7,7	7,97	6,75
	101,5	101,1	99,4	99,5	101,43	101,18

Die Uebereinstimmung mit den Analysen ist nicht schlecht; dass dieselbe nicht vollkommen ist, kann nicht befremden, wenn daran erinnert

*) Ueber die Analysen I—IV s. oben S. 241.

wird, dass in die Zusammensetzung des Ultramarins sicher eine ganze Reihe homöomorpher Verbindungen eingeht; namentlich muss auch sicher eine kieselreichere Verbindung, als alle dem gemeinsamen Kerne der Sodalithgruppe entsprechenden Verbindungen es sind, vorhanden sein, was sowohl durch die Analysen des gewöhnlichen, als namentlich durch die Zusammensetzung des sogenannten kieselreichen Ultramarins bewiesen wird. Da eine Probe von röthlichblauem, kieselreichem, rohem (ungepulvertem) Ultramarin, welche wir durch die gütige Vermittelung des Herrn Director R. Hoffmann erhielten, ebenfalls unter dem Mikroskope sich vollkommen homogen und isotrop zeigte und auch theilweise sechseckige Kryställchen erkennen liess, so ist es nicht zweifelhaft, dass auch dieses aus mit denjenigen des kieselarmen blauen Ultramarins homöomorphen Verbindungen bestehen muss; in dem kieselreichen Ultramarin muss aber nothwendig, wie aus den Analysen hervorgeht, eine bedeutend kieselreichere Verbindung beigemischt sein. Ohne behaupten zu wollen, dass wir die unten angedeutete Auffassung beweisen können, — dazu würden weitläufige Untersuchungen gehören, welche nicht unsere Aufgabe sind, — wollen wir doch nicht unterlassen, eine Erklärung der Zusammensetzung dieser kieselreicheren Verbindung mitzutheilen, welche vielleicht einer genaueren Prüfung werth ist. Wir halten es nämlich für nicht unwahrscheinlich, dass diese kieselreichere Verbindung als: $Na_2 Al_2 Si_4 O_{12}$ aufgefasst werden könnte. Dafür spricht erstens, dass diese Verbindung $R_2 Al_2 Si_4 O_{12}$ im Leucit und Analcim als regulär krystallisirend bekannt ist; ferner bietet die Formel $Na_2 Al_2 Si_4 O_{12}$ eine gewisse Aehnlichkeit mit der Formel $Na_3 Al_3 Si_3 O_{12}$ dar, indem nämlich ein Atom Si der ersteren einer vierwerthigen Gruppe $(Na . Al)$ äquivalent sein könnte, in ähnlicher Weise, wie es z. B. Dölter für die krystallographisch verwandten Mineralien Spodumen und Petalit annahm*). Eine derartig zusammengesetzte, kieselreichere Verbindung ist ja auch früher schon längst in dem chemisch verwandten, hexagonalen Nephelin angenommen worden. Die berechnete Zusammensetzung einer isomorphen Mischung von einem Molekül dieser Verbindung $Na_2 Al_2 Si_4 O_{12} = A$ mit 2 Molekülen der oben angenommenen, charakteristischen, färbenden Verbindung des kieselarmen blauen Ultramarins stimmt auch recht nahe mit den Analysen des kieselreichen blauen Ultramarins überein:

*) $Li_2 Al_2 Si_4 O_{12}$ Spodumen, $Li Al Si_5 O_{12}$ Petalit (vielleicht jedoch richtiger $Li Al Si_5 O_{10}$ (?)); vergl. auch $Ca Al_2 Si_2 O_8$ und $Na Al Si_3 O_8$ etc.

	I.	II.**)	$[A + 2U(S_3)]$
SiO_2	40,29	40,70	38,92
Al_2O_3	25,23	24,00	26,39
Na_2O	21,60	23,50	24,13
S	12,18	13,60	12,45
	99,30*)	101,80	101,89

Diese kieselsäurereichere Verbindung, welche im sogenannten kieselreichen Ultramarin eine Hauptrolle spielen dürfte, scheint nun auch in geringerer Menge in dem gewöhnlichen kieselarmen Ultramarin vorhanden zu sein und erhöht hier den SiO_2-Gehalt; wahrscheinlich dürften sich alle Uebergänge zwischen dem kieselarmen und dem kieselreichen Ultramarin darstellen lassen.

Dass aus dem grünen Ultramarin sich auch direct, durch blosses Erhitzen, möglicherweise blaues Ultramarin bilden kann, scheint uns nach einem Versuche, den wir mit der genannten Probe von grünem Ultramarin ausführten, wahrscheinlich; wir erhitzten nämlich diese Probe ungefähr eine Stunde bei schwacher Rothgluth in einem Strome von trockenem CO_2; nach dem Versuche waren, wie die Untersuchung unter dem Mikroskope zeigte, die grünen Körner durch und durch gleichmässig blau geworden, ohne im Uebrigen ihre Eigenschaften geändert zu haben. Es ist bei dieser Reaction kein Na ausgetreten, es kann nur eine molekulare Umlagerung stattgefunden haben; man könnte sich z. B. auf folgende Weise die Reaction vorstellen:

$$\left.\begin{matrix} 2[Na_3Al_3[SiO_4]_3] \\ 3[Na_4[Al.(S_2.Na)]Al_2[SiO_4]_3] \end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix} 2[Na_3Al_3[SiO_4]_3], \\ [Na_4.[Al.(S_3.Na)].Al_2[SiO_4]_3], \\ [Na_4[Al.(S_2.Na)].Al_2[SiO_4]_3], \\ [Na_4[Al.(S_1.Na)].Al_2[SiO_4]_3]. \end{matrix}\right.$$

Die Farbe war nicht sehr tiefblau, nicht so stark und rein, wie bei gutem Ultramarinblau, aber doch entschieden blau, nicht grünlichblau.

. ... .

Nach der oben stehenden Auseinandersetzung würden also in den künstlichen Ultramarinproducten folgende einander homöomorph ersetzende Verbindungen anzunehmen sein:

$$\begin{aligned} Na_3Al_3Si_3O_{12} &= N, \\ Na_2Al_2Si_4O_{12} &= A, \\ Na_4[Al.(S.Na)]Al_2.Si_3O_{12} &= U(S_1). \end{aligned}$$

*) Nach Jul. Philipp, Lieb. Ann. d. Chem. **184**, 145. Man bemerkt, dass die Analyse umgerechnet ist, nach Abzug von 5,38 Thonrückstand, 0,78 H_2O; die Summe zeigt, dass die Analyse nicht genügend ist.

**) Hoffmann, s. oben S. 241.

$$Na_4\,[Al\,.\,(S_2\;Na)]\,Al_2\,.\,Si_3\,O_{12} = U(S_2)\,,$$
$$Na_4\,[Al\,.\,(S_3\;Na)]\,Al_2\,.\,Si_3\,O_{12} = U(S_3)\,.$$

Auch treten Verbindungen, in welchen die Radicale $[Al\,.\,(SO_4\,.\,Na))$, $[Al\,.\,(SO_3\,.\,Na)]$ oder $[Al(S_2O_3\,.\,Na)]$ mit dem gemeinsamen Sodalithkerne verbunden sind, in geringerer Menge hinzu. Die Verbindung $U(S_1)$ scheint hauptsächlich im weissen, die Verbindungen $U(S_2)$ und N im grünen, $U(S_3)$ und N oder A in den verschiedenen blauen Ultramarinen die herrschenden zu sein.

Somit dürfte es als sehr wahrscheinlich angesehen werden können, dass im blauen Lasurit und im blauen künstlichen Ultramarin die färbende Verbindung*) in beiden Fällen dieselbe ist, nämlich eine der Sodalithgruppe angehörige reguläre Verbindung $Na_4[Al.(S_3.Na]\,Al_2\,[SiO_4]_3$; dass im künstlichen Ultramarin in isomorpher Mischung mit derselben eine in dem natürlichen Lasurit, wie in der Natur überhaupt, unbekannte Verbindung $Na_3\,Al_3\,[SiO_4]_3$ in die Zusammensetzung eingeht, ist durch die eigenthümlichen Bildungsbedingungen desselben genügend erklärt; denn dass bei der Bildung des natürlichen »Lasursteins« andere Bedingungen massgebend waren, wird aus dem Folgenden ersichtlich sein.

Vorkommen des Lasursteins. In den verbreiteten Literaturangaben über das Vorkommen des Lasursteins werden gewöhnlich eine grössere Anzahl asiatischer Fundstellen, obwohl meistens in unbestimmten Ausdrücken**), angeführt. Ueber mehrere der gewöhnlich angegebenen

---

*) Dagegen sind nicht das künstliche und das natürliche Ultramarin selbst identisch zusammengesetzt; die alte Annahme, dass dies der Fall wäre (siehe z. B. R. Hoffmann, Liebig's Ann. d. Chem. 1878, **194**, 22: »Es ist jedoch niemals bezweifelt worden, dass das natürliche und das künstliche Ultramarin im Zustande wirklicher Reinheit chemisch identische Substanzen sein würden«), hat sich durch unsere Untersuchung als unrichtig erwiesen. Die Annahme von A. Schrauf (Edelsteinkunde, 1869, S. 165), Vogelsang u. A., dass der Ultramarinbestandtheil des Lasursteins mit der Haüynverbindung identisch sei (siehe Ueb. d. natürl. Ultramarinverb. S. 6), hat sich, wie wir gesehen haben, ebensowenig bestätigt.

**) Die vollständigsten Angaben über die asiatischen Fundorte finden sich vielleicht bei K. C. v. Leonhard, Handbuch der Oryktognosie 1821, S. 651; er giebt hier folgende Vorkommen an: »Siberien (Ufer der Sljudänka . . . .), kleine Bucharei, Tibet, China (besonders in den Provinzen Kiangsi bei Chovi-tcheou-fou, Chan-si bei Tai-tong-fou, Hou-quang bei You-tcheou-fou, Siang-yang-fou, Tchang-te-fou, Tching-tcheou-fou, Honan bei Nang-yang-fou, Se-tchuen, Yun-nan bei Tcheou-biung-fou, Insel Hai-Nan (Tai-Ouan), Provinz Sin-di u. s. w.).«

Wo Leonhard seine Kenntniss von allen diesen asiatischen, namentlich chinesischen Fundorten hergeholt hat, ist aus seiner Darstellung nicht zu ersehen.

A. Des Cloizeaux (Man. d. Min.) nennt folgende asiatische Fundorte: »près les rivières Sludianka, Talaja et Bystraja aux environs du lac Baikal; en Perse, dans les provinces de Kiang-Si et de Canton en Chine; au Thibet; dans la petite Bucharie, à Badakschan en Tartarie«.

Fundorte, nämlich: »Persien, Thibet, kleine Bucharei und China«, ist es uns unmöglich gewesen, zuverlässige Angaben zu finden; wie wir unten sehen werden, dürften auch diese Fundstellen zum Theil zweifelhaft sein.

Dass schon im Alterthume der Lasurstein bekannt war, ist unzweifelhaft; er wurde als Σάπφειρος (Theophrast), Sapphirus (Plinius) bezeichnet und ganz erkennbar beschrieben; wahrscheinlich ist er wohl schon damals aus dem Orient bezogen worden*). Im Jahre 1271 besuchte Marco Polo das Vorkommen im Badakschan, wo die Lasursteingruben schon damals getrieben wurden. 1825 veröffentlichte J. B. Fraser die von ihm gesammelten Nachrichten über die Gruben des Lasursteins im Badakschan; er erwähnt das Vorkommen als Adern von bedeutender Mächtigkeit in einem grauen Muttergesteine.

Das von Marco Polo besuchte Vorkommen ist später (1837—1838) vom Capitän John Wood**) untersucht und kurz beschrieben worden; nach Wood sind die alten Lasursteingruben im oberen Theile des Thales des Kokcha (Nebenfluss des Oxus), nördlich vom Hindukusch, gelegen. Das Kokcha-Thal ist hier eng (nur »200 yards« breit), mit hohen, nackten Felsen an beiden Seiten; die Lasursteingruben selbst liegen ungefähr 1500 Fuss oberhalb des Flussbettes, in schwarzem und weissem Kalkstein. Wood beschreibt die Arbeitsmethode des Grubenbetriebes auf folgende Weise: »Under the spot to be quarried a fire is kindled, and its flame, fed by dry furze, is made to flicker over the surface. When the rock has become sufficiently soft, or, to use the workmen's expression, nurím, it is beaten with hammers, and flake after flake knocked off until the stone of which they are in search is discovered. Deep grooves are then picked out round the lapis-lazuli, into which crow-bars are inserted, and the stone and part of its matrix are detached.«

Man findet drei Varietäten: »Neeli« von indigoblauer, »Asmani« von lichtblauer und »Suvsi« von grüner Farbe. Wood berichtet ferner, dass die Gruben besonders im Winter bearbeitet wurden, zu welcher Zeit der kalte Felsen empfindlicher für die Einwirkung des Feuers, also der Betrieb der Gruben leichter wäre***).

J. D. Dana (Syst. of min. 5th ed. S. 331) nennt ausser den Baikalischen Vorkommen auch: »in Persia; China; Thibet; at Badakschan in Tartary«. Ebenso Naumann-Zirkel, Elem. d. Min. etc.

*) Schon Plinius erwähnt im 37. Buche seiner Naturgeschichte, wo er den Lasurstein (er nennt ihn Sapphir) beschreibt: »die besten finden sich bei den Medern«.

**) »A journey to the source of the river Oxus«, 2nd ed. London 1872, S. 170.

***) Nach Wood's Bericht fand der Pundit Manphul, welcher in noch neuerer Zeit die Lasursteingruben besuchte, dass der jetzt producirte Lasurstein von geringerer Qualität sei, und jährlich nur 36 Puds = ca. 600 kg producirt werde; die beste Qualität wurde nach Manphul noch immer nach Bokhara verkauft, wo sie mit 12 bis 24 Pfund Sterling per Pud bezahlt wird.

Sowohl Fraser als Wood berichten, dass der Lasurstein von Badakschan hauptsächlich nach Bokhara oder nach China ausgeführt wurde; auch nach Persien wurde nach Fraser der Lasurstein von Badakschan mit den berühmten Rubinen dieses Landes zusammen verkauft.

Es ist uns unmöglich gewesen, in der Literatur irgend welche bestimmte Angaben über Vorkommen von Lasurstein in Bokhara, Persien oder China vorzufinden; auch russische und deutsche Fachgenossen, welche wir darüber gefragt haben, kannten keine Vorkommnisse dieser Länder. Es scheint uns deshalb möglich, dass die Angaben von Lasursteinvorkommen in Persien, in der kleinen Bucharei, in Thibet und China sich alle nur auf Lasurstein, welcher durch Handelsverkehr von Badakschan nach diesen Ländern ausgeführt ist, beziehen.

Ein zweites Gebiet von Vorkommnissen des Lasursteins findet sich, wie bekannt, am südlichen Ende des Baikalsees, an mehreren Stellen: am Bache Talaja, am Bache Malaja-Bistraja und am Bache Sljüdjanka. Diese Vorkommen sind 1857 ausführlich von N. Werssiloff*) beschrieben worden; leider ist es aber aus dieser Beschreibung recht schwierig, eine bestimmtere Vorstellung über die geologischen Verhältnisse zu erhalten. Am Flüsschen Talaja herrscht nach Werssiloff Kalkstein, welcher stellenweise von »Granit und Granito-Sienit« überlagert wird; ein Profil einer der Gruben zeigt oben Syenit, unten Kalkstein, in welchem »Gänge oder Adern ausgefüllt mit einer mehligen, mit Glimmer vermischten Kalkmasse«; »in diesen Adern finden sich dann Knollen und Bruchstücke von Lapis Lazuli«. Am Flüsschen Malaja-Bistraja herrscht »Granito-Sienit«; »in dem Gebirgsrücken, der die rechte Seite des Thales bildet, lagern sich an den Granito-Sienit Schichten veränderten Kalksteines, die fast senkrecht von der ersten dieser Gebirgsarten in die Höhe gehoben sind«. »In diesem dolomitartigen Kalksteine von körnigem Gefüge und weisser Farbe ist der Lapis Lazuli eingeschlossen. An den Schürfstellen sieht man, dass der Lapis Lazuli sich auf einem Raume von 7000 Quadratfuss vorfindet«. Das Profil der besten Grube zeigt eine Partie von dichtem, geschichtetem Kalkstein, beiderseits von stark zerklüftetem Kalkstein umgeben; zwischen beiden finden sich senkrechte Spalten, »welche mit Kalkstein- und Glimmermehl angefüllt sind. In dieser mehlartigen Masse finden sich Knollen und eckige Bruchstücke von Lapis Lazuli eingeschlossen, die eine wundervolle blaue Farbe haben und sich vortrefflich schleifen lassen. Hier kommt auch krystallinischer Schwefel in der Nachbarschaft vor, und der zerklüftete Kalkstein ist von ihm durchzogen«. »Man hat in der kleinen Bystraja Knollen von Lapis

*) »Ueber das Vorkommen des Lapis Lazuli im Baikalgebirge«, Bull. d. l. soc. d. nat. d. Moscou, **30** (II), 518—529. Ref. im Neu. Jahrb. 1858, S. 824.

Lazuli gefunden, die ein Gewicht von drei Pud*) haben.« Werssiloff führt ferner an, dass ausser dem blauen Lasurstein auch violett und mehr oder weniger dunkelgrün gefärbte Varietäten vorkommen. Das Vorkommen am Flüsschen Sljüdjanka, 12 Werst vom Dorfe Kultuk, wird von Werssiloff nicht näher beschrieben; es war beim Besuche Werssiloff's schon verlassen, weil man die reicheren Vorkommen am Malaja-Bistraja entdeckt hatte**).

Ausser den Vorkommen des Kokcha-Thales im Badakschan und den eben genannten am Südende des Baikalsees findet sich Lasurstein auch in Chili; sein Vorkommen ist von Don Manuel Aracena (1851) beschrieben worden***). Er findet sich hier »bei den Quellen der Bäche Vias und Cazadero, kleine Zuflüsse des Rio Grande in der Cordillere von Ovalle, wenige Cuadras von der Strasse entfernt, die nach den Argentinischen Provinzen führt und in geringer Entfernung von der Wasserscheide«. Der Lasurstein kommt, von Schwefelkies begleitet, in eingeschlossenen Stücken in einer mächtigen Schicht von weissem oder grauem Kalkstein vor. Dieser Kalkstein ruht auf Thonschiefer und wird selbst bedeckt von einem anderen geschichteten Gesteine, reich an Eisenerzen und Granat. Ueber dieser letzteren Schicht kommt »Granit«, welcher den oberen Theil dieser Berge bildet.

Endlich ist echter Lasurstein auch, wie bekannt, in den Kalkauswürflingen des Monte Somma und in Kalksteineinschlüssen des Peperino von Latium gefunden worden †). Strüver bemerkt in seiner Beschreibung des letzteren Vorkommens: »Nicht ohne Interesse sind die Stücke von Lasurstein, welche mit Schwefelkies gemengt sind und den asiatischen und anderen Vorkommnissen überaus ähnlich sehen, sowie gewisse, ebenfalls im Peperino aufgefundene Blöcke, welche aus dünnen, ebenen, sehr regelmässig abwechselnden Schichten von erdigem Lasurstein und körnigem, fast zerreiblichem Dolomit bestehen.«

Wie aus der obenstehenden kurzen Uebersicht der bis jetzt bekannten

---

*) Beinahe 50 kg; zum Vergleiche kann erwähnt werden, dass Fraser (1825) von dem Vorkommen im Badakschan erzählt, dass die abgespaltenen Tafeln von Lasurstein bisweilen »mehrere Tauris Maunds (Maund, ein Gewicht von 30, 40 und mehr Pfund) wiegen«.

**) Auch in N. Meglitzky's Aufsatz »Geologische und geographische Untersuchungen am Baikal-See«, Petermann's Mitth. 1857, S. 142—148, finden sich einige Angaben über die geologischen Verhältnisse der Gegend der Lasursteinvorkommen am Südende des Baikal-Sees.

***) Anales de la Universidad de Chile 1851, S. 114; siehe auch die Bemerkungen von Philippi, Neues Jahrb. f. Min. 1852, S. 686.

†) Siehe J. Strüver, »Die Mineralien Latiums«, diese Zeitschr. 1, 238.

natürlichen Vorkommen*) hervorgeht, ist der Lasurstein offenbar ein an (wahrscheinlich dolomitischen) Kalkstein gebundenes »Contactmineral«, gewöhnlich durch peripherische Contactmetamorphose gebildet. Es sind nicht nur die letzterwähnten Vorkommen des Monte Somma und des Latiums, welche dies beweisen; auch das chilenische Vorkommen und die Vorkommnisse am Baikal-See beweisen die Richtigkeit dieser Auffassung; von dem Vorkommen in Badakschan sind die geologischen Verhältnisse zwar zu wenig bekannt, um dies sicher zu beweisen; wie wir aber weiterhin sehen werden, zeigt die mikroskopische Untersuchung evident, dass auch für dieses Vorkommen die gleiche Bildung angenommen werden muss.

Mikroskopische Untersuchung des Lasursteins.

In seiner bekannten Abhandlung »Ueber den Lasurstein und die mit demselben vorkommenden Mineralien«**) hat N. Nordenskiöld die Ansicht aufgestellt, dass die Farbe des Lasursteines auf einem blauen Pigment beruhen sollte. Diese Ansicht wurde durch die mikroskopischen Untersuchungen H. Fischer's***) zuerst näher geprüft. Fischer fand zuerst, dass der sogenannte Lasurstein ein mechanisches Gemenge eines blauen isotropen Minerals mit farblosen Mineralien, von welchen er ausser Kalkspath auch noch Feldspath (?), Skapolith (?) und Nephelin (?) zu beobachten meinte, ohne dass die Bestimmung dieser Mineralien doch als genügend angesehen werden kann; im Gegentheil dürfte es ziemlich sicher sein, dass das, was Fischer als diese Mineralien angesehen hat, andere Mineralien gewesen sind. Die Hauptsache bei Fischer's Untersuchungen, welche bei der Unvollkommenheit der damaligen Methoden kaum besser ausgeführt werden konnten, war die Beobachtung, dass selbst der reinste blaue Lasurstein nur ein mechanisches Gemenge verschiedener Mineralien, eine vollkommen heterogene Substanz ist, sowie dass die blaue Substanz darin sich als ein isotropes Mineral verhält; Fischer schloss sich eigentlich nur scheinbar der Ansicht Nordenskiöld's, dass die blaue Farbe des Lasursteins auf einem Pigment beruht, an.

Auch Fr. Zirkel untersuchte (1873) †) Dünnschliffe von Lasurstein und fand dabei, wie Fischer, dass derselbe ein »körniges Gemenge von einerseits farblosen, andererseits intensiv blau gefärbten Partikeln« aufweist. Die ersteren nahm Zirkel der Hauptsache nach für Kalkspath an, die blauen Durchschnitte zeigten sich in polarisirtem Lichte theils isotrop,

*) Andere Vorkommen sind, so viel wir wissen, bis jetzt nicht bekannt; das öfters in der Literatur angeführte Vorkommen von Ditro bezieht sich auf Sodalith.

) Bull. d. l. soc. d. Nat. d. Moscou 1857, **30 (1), 213—226.

***) »Krit. mikr.-min. Studien« in Ber. üb. d. Verhandl. d. nat. Ges. zu Freiburg 1869, **5**, 40—55.

†) Mikr. Beschaff. d. Min. u. Gest. 1873, S. 165.

theils doppeltbrechend, obwohl sonst nicht im Mindesten durch Form oder Aussehen der Substanz verschieden.

H. Vogelsang*) bestätigte ebenfalls den inhomogenen Charakter des Lasursteines; in scharfen und präcisen Ausdrücken sprach er sich ferner gegen die Pigmenthypothese N. Nordenskiöld's aus; er sagt: »Blaue Haüynsubstanz ist das Pigment des heterogenen Aggregates, welches den Namen Lasurstein trägt; jene Substanz selbst aber erscheint vollkommen homogen und im Lasurstein sogar reiner, als in dem Haüyn und Nosean«; Vogelsang betrachtete den Lasursein als »im Wesentlichen ein Gemenge von körnigem Kalk, Paralogit**) (Eckebergit) und einem regulären, isotropen Ultramarinmineral, welches gewöhnlich blau oder violett, zuweilen aber auch farblos ist, und im letzteren Falle durch Erhitzen eine blaue Farbe annimmt.« —

Da es uns sehr wünschenwerth schien, eine grössere Anzahl Proben von Lasurstein mikroskopisch zu untersuchen, wendeten wir uns an Herrn Dr. Alex. Lösch, Custos an der kaiserl. Bergakademie zu St. Petersburg, und erhielten durch sein freundliches Entgegenkommen Scherben sämmtlicher in den reichen Sammlungen der Bergakademie vorhandenen Stufen von den hier vertretenen asiatischen Vorkommnissen. Von diesen mehr als 20 Proben wurden Dünnschliffe untersucht; ausserdem wurden von einigen dem schwedischen Reichsmuseum und dem mineralogischen Institute der Hochschule zu Stockholm angehörigen Stufen ebenfalls Präparate untersucht.

Die von uns untersuchten Schliffe von Lasurstein der verschiedenen asiatischen Vorkommnisse zeigen der Hauptsache nach ungefähr dieselbe Zusammensetzung; die gegenseitigen Abweichungen sind grösser zwischen verschiedenen Präparaten desselben Vorkommens, als zwischen solchen von verschiedenen Vorkommen. Auch was die Structurverhältnisse betrifft, stimmen die verschiedenen von uns untersuchten asiatischen Vorkommen sämmtlich der Hauptsache nach überein.

Als Hauptbestandtheile des Gemisches, welches den Namen Lasurstein trägt, fanden wir folgende Mineralien:

Lasurit oder Haüyn (bisweilen in Zeolithe (Skolezit?) umgewandelt).
Diopsid.
Hornblende (Kokscharowit).
Ein Muscovit-ähnliches Glimmermineral.
Kalkspath.
Pyrit (oft in Brauneisenstein umgewandelt).

*) »Ueber die natürlichen Ultramarinverbindungen«, Bonn 1874.

**) Der Paralogit Nordenskiöld's ist, wie bekannt, nur ein kalkreiches Mineral der Skapolithgruppe, keine selbständige Species.

Nur untergeordnet und in gewissen Varietäten kommen auch vor:

Skapolith.

Plagioklas; Orthoklas (Mikroperthit) (?).

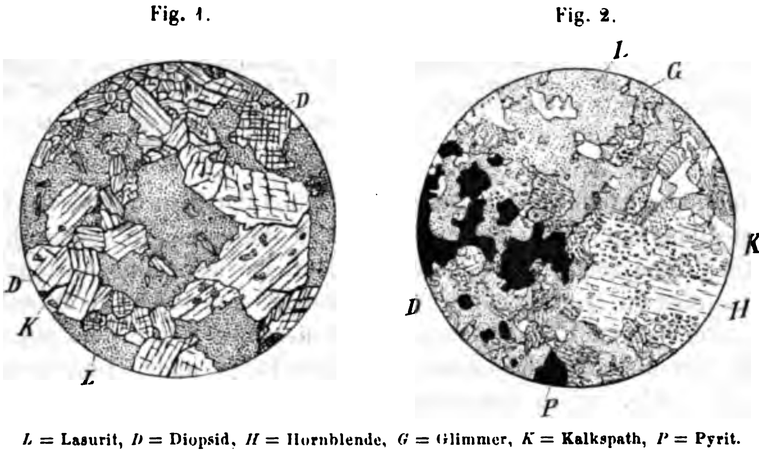
Ein unbekanntes optisch-positives, einaxiges (?) Mineral.

Apatit, Titanit und Zirkon.

Ausserdem entdeckten A. Des Cloizeaux und A. Damour im Lasursteine vom Baikalseegebiete den sogenannten Pikro-Epidot (Bull. d. l. soc. min. d. France 1883, **6**, 23; diese Zeitschr. **10**, 620); wir haben dieses Mineral in unseren Stufen und Dünnschliffen nicht beobachet.

Der Lasurit ist in den ziemlich rein blauen Lasursteinen ein Hauptmineral und kommt in der Regel auch in den gewöhnlichen makroskopisch blau und weiss gesprenkelten Lasursteinen immer in bedeutender Menge vor. Sein Auftreten und die gewöhnlich unregelmässig zackig-lappige, aus- und eingebuchtete allotriomorphe Form seiner Körnchen wird ohne nähere Erklärung aus den beistehenden Figg. 1 und 2, in welchen der Lasurit besonders (durch Punktirung) bezeichnet ist, verständlich. In ganz entsprechender Weise tritt auch der Haüyn, wenn er vorkommt, auf.

Fig. 1. Fig. 2.



L = Lasurit, D = Diopsid, H = Hornblende, G = Glimmer, K = Kalkspath, P = Pyrit.

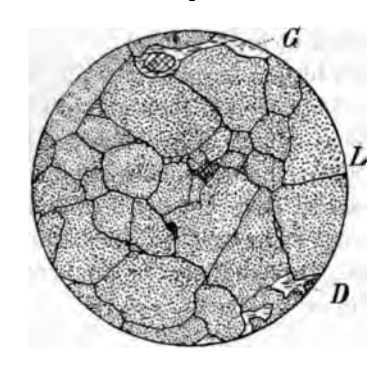
Diopsid-Lasurstein, Malaja-Bistraja. 32/1. Hornblende-Lasurstein, Sljüdjanka. 32/1.

Dass diese unregelmässigen lappigen Körnchen jedenfalls nicht immer aus einheitlichen Individuen, sondern aus einem Aggregat von kleineren isomeren eckigen Körnchen bestehen, lässt sich bisweilen, wenn in dem Haüyn der Haüyn-Lasursteine, wie unten näher erwähnt wird, secundäre Doppelbrechung auftritt, deutlich nachweisen; wenn dies nicht der Fall ist, lässt sich aber oft nichts darüber entscheiden, ob sie einheitlich oder zusammengesetzt sind, da unter dem Mikroskope kaum je eine Spaltbarkeit deutlich hervortritt, nach welcher eine Orientirung geschehen könnte; auch lassen

sich bei Körnchenaggregaten von doppeltbrechendem Haüyn die einzelnen Körner öfters nur in polarisirtem Lichte unterscheiden.

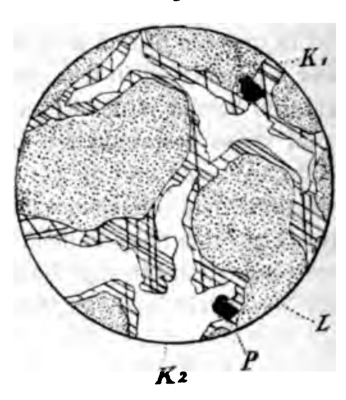
Ein Beispiel der Structur einer derartigen, beim ersten Anblick einheitlichen Haüynpartie, welche durch die secundäre Doppelbrechung in polarisirtem Lichte sich als ein Aggregat erkennen liess, stellt untenstehende Fig. 3 aus einem Haüyn-Lasurstein von Malaja-Bistraja im Maassstabe 1:32 dar.

Fig. 3.



G = Glimmermineral, L = Lasurit-ähnlicher blauer Haüyn, D = Diopsid.
Grobkörniger blauer Haüyn, Malaja-Bistraja. 32/1.

Fig. 4.



L = Lasurit-ähnlicher Haüyn, P = Pyrit, K_1 und K_2 = Kalkspath verschiedener Generationen.
Blauer Haüyn in Haüyn-Lasurstein aus Sljüdjanka. 15/1.

In einigen grobkörnigen Lasursteinen bildet der Lasurit (oder das blaugefärbte Haüynmineral) grössere einheitliche Individuen in Kalkspath eingebettet; diese zeigen dann bisweilen deutliche Krystallbegrenzung, in Dünnschliffen oft deutlich durch Winkel von 120°, resp. 90° als Rhombendodekaëder bestimmbar; gewöhnlich sind dieselben jedoch stark abgerundet und corrodirt und zeigen dann im Dünnschliffe gerundete Durchschnitte, wie z. B. in Fig. 4 eines Haüyn-Lasursteins von sehr hellblauer Farbe, von Sljüdjanka dargestellt.

Die Farbe des färbenden Minerals des Lasursteins ist makroskopisch, wie auch im Dünnschliffe sehr verschieden, bald tiefblau, bald sehr hell himmelblau, im letzteren Falle im Dünnschliffe oft fast vollkommen farblos; auch violette und grünliche Farben kommen vor.

Es fragt sich nun: wie ist nun eigentlich der Lasurit zu fixiren, wie soll man ihn von blauem Haüyn abgrenzen? Diese Frage ist, wie es sich zeigt, recht schwierig zu beantworten.

Der von uns analysirte Lasurit, in welchem ca. ein Fünftel der ganzen Zusammensetzung aus einer Ultramarinverbindung $U(S_3)$ bestand, zeigt unter dem Mikroskope in durchfallendem Lichte in gewöhnlichen Dünnschliffen

eine ziemlich tiefe, reinblaue Farbe (ungefähr Cardinalton, Blau, 19 *k-l* der internationalen Radde'schen Farbenscala); es findet sich aber auch etwas tiefer gefärbter Lasurit in mehreren der von uns untersuchten Lasursteine. Wir dürfen demnach aus guten Gründen wohl annehmen, dass der Lasurit ganz gewöhnlich bis zu einem Fünftel seiner Zusammensetzung aus der Ultramarinverbindung $U(S_3)$ bestehen muss; wenn aus der Grösse des S-Gehaltes mehrerer der älteren Lasursteinanalysen Etwas geschlossen werden dürfte, so müsste man sogar einen noch höheren Gehalt dieser Verbindung im Lasurit einiger Lasursteine annehmen. In grösseren (einige Millimeter grossen) reinen Körnern ist dieser typische Lasurit fast schwarzblau (19*a* bis 19*b* der Radde'schen Scala) undurchsichtig, nur kantendurchscheinend; die Farbe des Striches des reinen Analysenmateriales war heller (19*l*). Auf geschliffener Oberfläche der Handstücke ist die Farbe gewöhnlich noch heller (ca. 19*f* bis *g* oder 20*f-g* der Radde'schen Scala). Dies ist der typische Lasurit.

Andererseits sind als Lasurstein beschrieben und in den Sammlungen verbreitet Gesteine, welche eine ganz hell himmelblaue Farbe besitzen; auf geschliffener Gesteinsoberfläche ist diese Farbe gewöhnlich rein himmelblau (ungefähr 19*m* bis *n* der Radde'schen Scala) und die einzelnen gefärbten Körner sind gewöhnlich bei einiger Dicke undurchsichtig bis kantendurchscheinend; im Dünnschliffe ist in durchfallendem Lichte die Farbe noch zum Theil recht kräftig blau (gewöhnlich ca. 19*o* bis *q* der Radde'schen Scala), doch nicht mehr als bei manchen blauen Haüynen (ungefähr wie der Haüyn des in vielen Sammlungen verbreiteten Haüyn- und Melanit-führenden Leucittephrit von Monte Tavolato bei Rom); Erhitzungsversuche änderten in der Regel die Farbe des hell himmelblauen Minerals nur unbedeutend. Wir halten dasselbe — ohne einen exacten Beweis dafür liefern zu können — für einen gewöhnlichen Haüyn, in welchem die blaufärbende Ultramarinverbindung $U(S_3) = Na_4[Al.(S_3 Na)].Al_2[SiO_4]_3$ nur in geringer Menge vorhanden ist; vielleicht ist es selbst gar nicht die Verbindung $U(S_3)$, sondern eine andere nahe verwandte Ultramarinverbindung, welche diese hell himmelbaue Farbe verursacht.

Endlich findet man auch unter den als Lasurstein in den Sammlungen verbreiteten Stufen solche von gewöhnlich grobem Korn, von grossem Kalkspathgehalte mit eingestreuten, oft viele Millimeter grossen, hier und da dichter angehäuften, corrodirten Krystallindividuen von einem makroskopisch oft recht tiefblau gefärbten Mineral der Haüyn-Lasuritreihe, welches beim ersten Anblicke wie echter Lasurit aussieht und auch oft dafür angesehen worden ist. Von dem echten Lasurit unterscheidet sich dies Mineral jedoch dadurch, dass selbst etwas grössere Körner hübsch durchsichtig sind und namentlich sofort dadurch, dass es im Dünnschliffe fast ganz farblos, nur mit äusserst schwacher Andeutung von blauer Farbe erscheint. Einem

derartigen Vorkommen gehörten mit grösster Wahrscheinlichkeit die von N. Nordenskiöld beschriebenen Krystalle an*); wahrscheinlich sind es Stufen dieses von N. Nordenskiöld beschriebenen Vorkommens, aus welchen wir den oben erwähnten von uns analysirten Haüyn isolirten; diese Stufen gehörten dem schwedischen Reichsmuseum und wurden uns für unsere Arbeit von Freihern A. E. Nordenskiöld überlassen. Die Analyse zeigte, wie oben erwähnt, dass nur ca. 3 % der färbenden Ultramarinverbindung in diesem blauen Haüyn eingeht. Trotzdem zeigte derselbe beim Erhitzen das auffallende Verhalten, dass er sehr bald, schon bei geringer Erwärmung, viel dunkler blau wurde, im Dünnschliffe fast ebenso dunkel wie der echte Lasurit. Es zeigt dies, dass selbst eine Beimischung von nur ca. 3 % der färbenden Ultramarinverbindung $U(S_3)$ genügt, um dem Haüyn eine recht stark blaue Farbe zu verleihen.

Wo soll man unter diesen Umständen die Grenze zwischen Lasurit und Haüyn setzen? Nach unserer Ansicht scheint es nur dann gerechtfertigt, die Bezeichnung Lasurit zu gebrauchen, wenn die Verbindung $U(S_3)$ einen wesentlichen Theil der ganzen Zusammensetzung, z. B. wenigstens ein Fünftel bis ein Zehntel derselben ausmacht. Für die übrigen, theils hell himmelblauen, theils dunkler blauen, aber im Dünnschliffe dennoch weniger stark gefärbten Varietäten, welche nur eine unbedeutende Beimischung der färbenden Ultramarinverbindung enthalten, z. B. weniger als 10 %, dürfte nach unserer Ansicht der Name Haüyn gebraucht werden müssen; die den typischen Lasurit führenden Vorkommen dürften dann bequem als Lasurit-Lasursteine, die blauen Haüyn führenden als Haüyn-Lasursteine bezeichnet werden können; in manchen Fällen wird man wohl nur die Bezeichnung Lasurstein schlechthin ohne nähere Charakteristik brauchen müssen.

Der Umstand, dass selbst die so geringe Beimischung von ca. 3 % des Ultramarinsilicates $U(S_3)$ schon dem Haüyn eine tiefblaue Farbe beim Erhitzen verleihen kann, wie der oben erwähnte Versuch zeigte, macht es unmöglich, unter dem Mikroskope mit einiger Sicherheit den echten typischen Lasurit von blauem Haüyn zu unterscheiden; wir werden deshalb auch im Folgenden bei der Beschreibung der Verhältnisse der Lasursteine unter dem Mikroskope den Lasurit und den blauen Haüyn meistens im Zusammenhange betrachten.

Der typische dunkelblaue Lasurit ist unter dem Mikroskope im Dünnschliffe in der Regel ziemlich gleichmässig tiefblau gefärbt; abgesehen

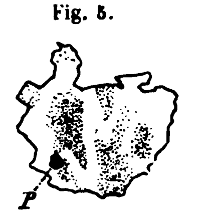
---

*) Dies wird aus mehreren Umständen wahrscheinlich gemacht; so giebt z. B. Nordenskiöld den Strich des stark gefärbten Minerals als weiss an, während derselbe beim echten Lasurit schön blau ist etc.

von den oft zahlreichen Einschlüssen von Glimmer, Kalkspath, Hornblende, Diopsid etc. und von den bisweilen längs Spalten auftretenden secundären Infiltrationsproducten und Zersetzungsproducten ist er zwischen gekreuzten Nicols gleichmässig isotrop. Nur seltener findet sich längs derartiger mit Zersetzungsproducten unbestimmbarer Art erfüllter feiner Spalten bisweilen eine ganz schwache Andeutung einer Doppelbrechung, welche gewiss mit Umwandlungen längs dieser Spalten in Verbindung steht; die Substanz pflegt dann auch hier mehr oder weniger entfärbt zu sein, mit hellblauer oder bläulichweisser, statt dunkelblauer Farbe.

In selteneren Fällen findet man die Farbe unter dem Mikroskope mehr ungleichmässig vertheilt; so stellt z. B. Fig. 5 ein Körnchen von Lasurit aus einem Dünnschliffe eines sehr feinkörnigen, makroskopisch gleichmässig dichten, blauen Lasursteines (mit der Etikette: Buchara) mit derartiger unregelmässiger Farbenvertheilung dar; das Körnchen, welches in einem bei weitem feinkörnigeren Gemenge eingestreut lag, ist zwischen gekreuzten Nicols gleichmässig isotrop; in gewöhnlichem Lichte unterscheidet man tiefblaue Stellen (in der Figur dicht punktirt) in einer fast farblosen oder äusserst schwach blauen Hauptmasse zerstreut. Da die Kerntheile hier, wie es auch sonst bei derartigen ungleichmässig gefärbten Lasuritkörnchen der Fall ist, tiefer blau, die Randtheile hellblau bis farblos sind, dürfte auch in diesem Falle eine Entfärbung eines ursprünglich gleichmässig blauen Lasurits stattgefunden haben.

Fig. 5.



Lasuritkörnchen aus Lasurstein von Buchara. 1 : 240. P = Pyrit.

Auch das färbende Mineral der hell himmelblauen Lasursteine, wahrscheinlich blauer Haüyn, pflegt unter dem Mikroskope im Dünnschliffe vollkommen isotrop zu sein; auch bei diesem findet man häufig eine ungleichmässige Farbenvertheilung, mit tiefer blauen Kernen in einer heller blauen bis farblosen Hauptmasse vertheilt.

Von den soeben beschriebenen, unter dem Mikroskope im Dünnschliffe mehr oder weniger stark blau gefärbten Varietäten ziemlich verschieden verhält sich der oben erwähnte, gewöhnlich grobkörnigere, makroskopisch oft tiefblaue, im Dünnschliffe aber fast farblose Haüyn von Sljüdjanka und anderen Vorkommen des Baikalsee-Gebietes. Dieser Haüyn zeigt sich nämlich sehr häufig zwischen gekreuzten Nicols nicht mehr isotrop, sondern mehr oder weniger stark doppeltbrechend.

Diese Doppelbrechung kann auf recht verschiedene Weise auftreten. In mehreren Proben von Sljüdjanka ist der blaue Haüyn derselben, in mehrere Millimeter grossen Körnern mit gerundeten Umrissen, durch und durch schwach doppeltbrechend. Die Doppelbrechung ist dabei gleichmässig stark in der ganzen Ausdehnung der Körner, obwohl sie sich übrigens nicht durch

und durch gleichartig verhalten. Die Körner sind nämlich von zahlreichen Sprüngen und unregelmässigen Spalten durchzogen; auf diesen Spalten nun haben sich Zersetzungsproducte des Haüyn abgesetzt; dieselben bestehen grösstentheils aus einem farblosen, stark doppeltbrechenden Glimmerminerale, dessen feine Schuppen den Spalten selbst ungefähr parallel liegen, und nur hier und da sich zu grösseren Flecken anhäufen, zum Theil auch aus einem unbestimmten faserigen Zeolithmineral und endlich aus Kalkspath. Längs diesen Spalten mit ihren doppeltbrechenden Neubildungen ist nun der blaue Haüyn im Dünnschliffe fast farblos, während die Kerntheile zwischen den Spalten noch eine schön himmelblaue Farbe zeigen. Die Grenzen zwischen den blaugefärbten Kerntheilen und den farblosen an die Spalten angrenzenden Zonen sind immer ganz scharf; die Form der Kernumgrenzungen wird von dem Verlaufe der einander kreuzenden Spalten bis in alle Einzelheiten bestimmt. Fig. 6 zeigt im Maassstabe 32 : 1 ein derartiges Korn von Haüyn aus Haüyn-Lasurstein von Sljüdjanka mit blauen Kerntheilen (*L*) und weissen Spaltenzonen (*AL*).

Fig. 6.

Es ist in diesem und ähnlichen Fällen offenbar, dass eine *Entfärbung* des ursprünglich einheitlich blauen Haüyns, längs der Spalten mit ihren Neubildungen stattgefunden haben muss.

Die Doppelbrechung ist in dem beschriebenen Falle einheitlich und gleichmässig in den im Dünnschliffe farblosen und blau gefärbten Theilen. Eine Lamellenbildung konnte hier nicht beobachtet werden. Ein ganz schwacher Pleochroismus liess sich in den blauen Theilen nur schwierig erkennen.

In einer anderen Probe, von Malaja-Bistraja, zeigte sich eine deutliche Lamellirung der etwas stärker doppeltbrechenden Körnchen; die Lamellen waren ziemlich verwaschen, und bildeten theils nur ein, theils zwei senkrechte Systeme, deren Richtungen sich nicht sicher feststellen liessen, aber wahrscheinlich den Würfelflächen parallel sind. Diagonal zu diesen Lamellenrichtungen geschah die Auslöschung. *Die stärker blau gefärbten Theile zeigten hier einen recht starken Pleochroismus* zwischen himmelblau und farblos.

Auch der analysirte blaue Haüyn aus einem Haüyn-Lasurstein unbekannten Fundortes (s. oben) zeigt sich zwischen gekreuzten Nicols doppeltbrechend; seine bis Centimeter grossen, stark gerundeten und corrodirten Körner sind im Dünnschliffe fast vollständig farblos, nur mit schwachem Stiche in's Blaue. Die Doppelbrechung ist zwar schwach, doch etwas stärker

als bei dem eben erwähnten deutlich himmelblauen Haüyn; die optische Orientirung ist nicht einheitlich, sondern zwei senkrecht auf einander orientirte Systeme von doppeltbrechender Substanz durchdringen einander gegenseitig sehr innig, wodurch zwischen gekreuzten Nicols ein eigenthümlich marmorirtes Aussehen resultirt; die ganz farblosen Theile scheinen stärker doppeltbrechend, als die noch eine schwache blaue Farbe zeigenden. Von Interesse war das Ergebniss der Erhitzungsversuche, welche zeigten, dass beim Erwärmen die Doppelbrechung gleichzeitig mit dem Blauwerden der Substanz verschwindet.

Es wurden, um diese Beobachtung näher zu prüfen, Erhitzungsversuche sowohl mit Dünnschliffen, als mit rein isolirten Körnchen angestellt.

Diese Versuche wurden mit einem separirten Producte, welches ganz nahe rein war und der analysirten Substanz zunächst ausgefällt wurde, angestellt. In feinem Korne war die Farbe vor den Erhitzungsversuchen rein hellblau, 19*o* nach der Radde'schen internationalen Farbenscala; die reinste analysirte Substanz zeigte die naheliegende Farbe 19*m*.

Beim schwachen Glühen in einem Wasserstoffgasstrome in einem Glasrohre wurde die Farbe tiefer blau (19*h* der Radde'schen Scala).

Dieselbe Portion wurde, in einem Platinschiffchen angebracht, in einem Porzellanrohre im Sauerstoffgasstrome 20 Minuten erhitzt; es wurde dabei die in der Mitte des Schiffchens (über der stärksten Gluth) angebrachte Portion grünblau (18*g*-*h* der Radde'schen Scala), die an den Enden befindlichen, weniger stark erhitzten Portionen dagegen tiefer reinblau (19*g*-*h* der Radde'schen Scala) gefärbt. Bei weiterer einstündiger Erhitzung in Sauerstoffgas wurde die ganze Menge tiefer reinblau (19*f*-*g*).

Eine andere Portion wurde in einem verschlossenen Platintiegel 45 Minuten in einem Wasserstoffgasstrome erhitzt; dieselbe wurde dadurch stark blaugrün (17*m* der Radde'schen Scala), obwohl wenig mehr intensiv gefärbt, als vor dem Versuche.

Es ist hier offenbar im Wasserstoffgasstrome eine Reduction eingetreten, wodurch theils die Haüynverbindung, theils die Verbindung $U(S_3)$ mehr oder weniger vollständig in $U(S_2)$ übergeführt worden ist (vergl. Heumann's Versuch, S. 243, wodurch aus Haüyn weisses Ultramarin dargestellt wurde; Heumann's Versuch war mit feinstem Pulver ausgeführt).

Diese Erhitzungsversuche des natürlichen blauen Haüyns stimmen mit Versuchen, welche früher mit künstlichem Ultramarin ausgeführt worden sind, überein.

Es scheint, dass der hellblaue Haüyn jedenfalls in einigen Varietäten schon bei einfacher Erhitzung, während kurzer Zeit bei schwacher Rothgluth, tief dunkelblau wird. Die Frage, wie dies zu erklären ist, müssen wir unbeantwortet lassen; jedoch scheinen Andeutungen einer Erklärung aus den Beobachtungen hervorzugehen.

Es zeigen nämlich eine ganze Reihe von Beobachtungen, dass der im Dünnschliffe fast farblose Haüyn in der Regel mehr oder weniger stark doppeltbrechend ist; man sieht ferner häufig deutlich, dass längs Spalten eine Entfärbung der blauen Substanz geschehen ist, und diese entfärbte Substanz ist häufig deutlich stärker doppeltbrechend, als die nicht entfärbte Substanz. Es scheint demnach bei diesen hellblauen Haüynen die Entfärbung mit einer Zunahme der Doppelbrechung verbunden zu sein. Nun haben wir aber ferner beobachtet, dass der hellblaue Haüyn gleichzeitig damit, dass er beim Erhitzen dunkelblau wird, auch durchgehends seine Doppelbrechung einbüsst und vollkommen isotrop wird.

Es scheint uns dies darauf hinzudeuten, dass die Doppelbrechung, wie die Entfärbung des ursprünglich hellblauen Haüyns, mit einer Zersetzung der blauen Haüynsubstanz in Verbindung zu bringen wäre, welche nicht von mehr durchgreifender Art gewesen sein dürfte, als dass nicht eine einfache Erhitzung wieder die Substanz in die ursprüngliche isotrope Beschaffenheit überzuführen vermag; es liegt dann am Nächsten daran zu denken, dass die Zersetzung mit der Aufnahme einer geringen Quantität Wasser in Verbindung zu bringen wäre, was auch dadurch eine Bestätigung zu gewinnen scheint, dass die Doppelbrechung der Haüynsubstanz oft mit einer anfangenden Zeolithbildung verbunden scheint. Wie es aber zu erklären ist, dass die früher hellblaue Haüynsubstanz nach dem Erhitzen eine ganz dunkelblaue Farbe annimmt, darüber wagen wir keine bestimmte Meinung auszusprechen; dass diese tiefer blaue Farbe mit der Bildung einer grösseren Quantität der Verbindung $U(S_3)$ in Verbindung stehen muss, dürfte höchst wahrscheinlich sein. Wie diese Umsetzung stattgefunden hat, scheint uns aber ohne genaue quantitative Analysen kaum möglich festzustellen; für derartige Analysen fehlte uns aber genügendes und hinreichend günstiges Material*).

Aus dem Obenstehenden ergiebt sich, soviel unsere Beobachtungen zeigen, dass der Lasurit mit seiner tiefblauen Farbe immer isotrop zu sein scheint; den heller gefärbten blauen Haüynen dagegen, welche oft Doppelbrechungserscheinungen zeigen, scheint die für den Lasurit charakteris-

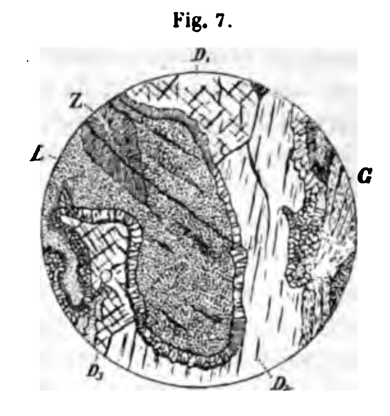
*) Schon N. Nordenskiöld fand, dass der schwach gefärbte Lasurit (d. i. Haüyn) beim Erhitzen dunkler blau wurde. Später wurden derartige Erhitzungsversuche von G. vom Rath mit dem sogenannten Berzelin, von Dressel mit Haüynen und Noseanen vom Laacher See etc., von Vogelsang mit einer Anzahl verschiedener Vorkommen derselben Mineralien angestellt; nach Vogelsang werden auch einige farblose Noseane (z. B. der farblose Nosean vom Katzenbuckel etc., von Stauffen im Hegau etc.) beim Erhitzen schön tiefblau gefärbt. Auch Vogelsang konnte kein bestimmtes Resultat über die Ursache dieses Blauwerdens erhalten.

tische Ultramarinverbindung $U(S_3)$ nur in geringer Menge beigemischt zu sein.

Sowohl N. Nordenskiöld als andere Verf. haben erwähnt, dass es auch sehr hell violett, violettröthlich oder grünlich gefärbte sogenannte »Lasursteine« giebt; dieselben sind wahrscheinlich sämmtlich Haüyn-Lasursteine. Der Haüyn derselben ist nach uns vorliegenden Proben theils isotrop, theils doppeltbrechend, immer im Dünnschliffe fast farblos. Was die violette Farbe bedingt, ist gänzlich unbekannt.

Der Haüyn der Haüyn-Lasursteine ist überhaupt, wie es scheint, in grösster Ausdehnung, nach seiner Bildung einem Lösungsmittel ausgesetzt gewesen; die häufigen corrodirten, gerundeten Umrisse beweisen dies genügend (vergl. Fig. 7 und Fig. 4).

Fig. 7.



Gewöhnlich ist eine Umwandlung in ein strahlig-faseriges Zeolithmineral mit optisch negativem Charakter der Faserrichtung und mit schwacher Doppelbrechung; man könnte vielleicht an Skolezit denken, aber eine sichere Bestimmung liess sich mit unserem Materiale nicht erreichen. Ferner scheint auch ein farbloses Glimmermineral theilweise als Zersetzungsproduct des Haüyn, resp. des Lasurit entstanden; dies wird schon aus Fig. 6, wo der Glimmer auf den feinen Spalten des Lasurit abgesetzt ist, wahrscheinlich. In Fig. 7 sieht man, dass zwischen dem Diopsid und dem hellblauen, doppeltbrechenden Haüyn Kranzbildungen an der Grenze beider Mineralien auftreten; diese Kranzbildungen bestehen theils aus dem genannten Zeolithminerale, welches auch links oben eine grössere Partie des ursprünglichen Haüyn ersetzt hat, theils aus feinen Glimmerschuppen, die grösstentheils, wie die Zeolithfasern, auf die Umgrenzung der Haüynkörnchen senkrecht, zum Theil aber auch, wie rechts auf der Zeichnung, in grösseren parallel eingeschaltenen Tafeln angeordnet sind.

Der Diopsid fehlt nur selten; in den meisten Präparaten ist er reichlich vorhanden in isomeren, eckigen Körnchen, deren Grösse innerhalb weiter Grenzen schwanken kann. Im Dünnschliffe und, so viel wir beobachten konnten, auch makroskopisch, ist er farblos; nur sehr selten sieht man im Dünnschliffe in grösseren Körnchen Kerntheile von grünlicher Farbe, welche grössere Auslöschungswinkel zeigen, was wohl auf einen eisenhaltigen Diopsid deutet; unter dem Mikroskope zeigt er ausser vorzüglicher Spaltbarkeit nach $\{110\}$ häufig auch eine solche nach $\{100\}$; die letztere Spaltbarkeit ist oft mit einer feinen Zwillingslamellirung nach derselben Fläche verbunden.

Man beobachtet dabei auch nicht selten, dass die Zwillingslamellen leise gebogen sind und deutlich mit mechanischen Druckerscheinungen in Verbindung stehen, indem die Lamellen in grösseren Körnern, die durch den Druck in mehrere gegenseitig ein wenig verschobene Theilstücke zerbrochen sind, z. B. unmittelbar vor den Trennungsspalten aufhören etc., also offenbar secundär sind. Der Diopsid pflegt selbst ziemlich frei von Einschlüssen zu sein, obwohl er häufig mit den übrigen Mineralien des Lasursteins innig gemischt ist.

Da es uns nicht ohne Interesse schien, auch die chemische Zusammensetzung des Diopsids an dem oben erwähnten Vorkommen, von welchem der Lasurit analysirt wurde (s. oben S. 235), sicher festzustellen, wurde eine bei der Separation des letzteren zuerst abgeschiedene, später für sich durch wiederholte Separationen gereinigte Portion von Diopsidpulver für eine quantitative Analyse bereitet. Das Analysenmaterial liess sich nicht rein von Lasurit darstellen; da aber andere Verunreinigungen nicht vorhanden waren (Kalkspath zeigte sich in dem Pulver vollständig fehlend), so erlaubte die Analyse doch, eine genügend sichere Vorstellung über die Zusammensetzung des betreffenden Diopsids zu erhalten. Dieselbe wurde in dem chemischen Laboratorium der Hochschule zu Stockholm durch freundliche Hülfe des Herrn Prof. Otto Petterson von Fräulein Julia Hodell ausgeführt:

SiO_2	53,13
Al_2O_3	1,76
CaO	24,71
MgO	16,95
Na_2O	2,62
Glühverlust	1,31
	100,48

Die Thonerde darf gewiss als dem Lasurit angehörig angesehen werden, ebenso das Natron (dessen Bestimmung infolge Verunreinigung der benutzten Reagentien etwas zu hoch ausgefallen ist), sowie gewiss auch der Glühverlust.

Wird ausserdem eine der Thonerde im Lasurit entsprechende SiO_2-Menge (2,52 %) und ebenso eine der durch die Lasuritanalyse gefundenen entsprechende CaO-Menge (0,50 %) abgezogen, so erhält man als Rest:

SiO_2	50,61
CaO	24,21
MgO	16,95

Dies giebt auf 100 ausgeglichen fast genau die Zusammensetzung eines vollkommen eisenfreien Diopsids:

	Gefunden:	Berechnet aus $Ca . Mg [Si O_3]_2$
SiO_2	55,15	55,55
CaO	26,38	25,93
MgO	18,47	18,52
	100,00	100,00

Die Verunreinigung mit Lasurit betrug also ungefähr 8 %.

Der Lasurstein, aus welchem dieser Diopsid, sowie der Lasurit analysirt wurden, war, was ganz selten, fast vollständig frei von Hornblende, sowie auch ebenso arm an Kalkspath.

Der Diopsid wird auffällig genug weder von Fischer, noch von Vogelsang aus dem Mineralgemische des Lasursteines erwähnt; der von diesen Forschern erwähnte Skapolith (und Feldspath?) ist deshalb wahrscheinlich Diopsid gewesen. Auch N. Nordenskiöld hat den Diopsid nicht erwähnt; dagegen wurde derselbe von A. Des Cloizeaux und A. Damour (l. c.) beobachtet.

Die Hornblende fehlt in manchen Präparaten, in anderen kommt dieselbe mit Diopsid zusammen vor, in wieder anderen scheint sie ohne Begleitung von Diopsid reichlich vorhanden. Wie dieser, ist sie im Dünnschliffe vollständig farblos, auch makroskopisch in der Regel farblos oder schwach bräunlich gefärbt. N. Nordenskiöld hat sie unter dem Namen »Kokscharowit« beschrieben; sie ist nach Hermann's Analyse (Journ. f. pr. Chem. **88**, 196) eine sehr eisenarme und sehr thonerdereiche Hornblende*). Gegen Kalkspath zeigt sich dieselbe bisweilen idiomorph begrenzt (Sljüdjanka), in der Regel bildet sie aber im Dünnschliffe, wie der Pyroxen, kurzstengelige, allotrimorphe Körner, theils häufig von grösseren Dimensionen und in grosser Anzahl ohne fremde Beimischungen zusammengehäuft, theils auch oft von ganz geringer Korngrösse, und auf eigenthümliche Weise voll von Lasuriteinschlüssen; bisweilen ist die Verwachsung der Hornblende und des Lasurit so äusserst innig, dass der letztere nur als feinstes Pigment erscheint. Man findet sehr oft, dass auf diese Weise die Hornblende und der Lasurit innig verwachsen sind, während der Diopsid in demselben Präparate gar keine Lasuriteinschlüsse beherbergt.

Das Glimmermineral ähnelt beim ersten Anblicke dem Muscovit; die spectroskopische Untersuchung zeigte nun zwar auch, dass Kali reichlich darin vorhanden sein muss, ausserdem zeigten sich aber die Linien des Calciums. Da auch die elastische Biegsamkeit weit geringer ist als beim Muscovit, und die optische Axenebene, anstatt wie beim Muscovit senkrecht zum charakteristischen Strahle der Schlag-

*) Hermann's Analyse gab: SiO_2 45,99, Al_2O_3 18,20, FeO 2,40, MgO 16,43, CaO 12,78, Na_2O 1,53, K_2O 1,06, H_2O 0,60, Summe 99,01. Die Zusammensetzung ist recht ungewöhnlich; namentlich verhält sich $Ca : (Mg, Fe)$ nicht wie 1 : 3, sondern näher wie 1 : 2. Auch der Thonerdereichthum ist ungewöhnlich.

figur, parallel zu demselben orientirt ist, so kann das Mineral nicht Muscovit sein. Der scheinbare Axenwinkel ist klein, nach Schätzung ca. 30°; optisch negativ. Vor dem Löthrohre schmilzt das Mineral an den Kanten zu einem weissen Email. Das Mineral ist wahrscheinlich ein kalkreiches Glied der Glimmerreihe; Margarit kann es aber nicht sein, da bei diesem die optische Axenebene wie beim Muscovit senkrecht zum charakteristischen Strahle der Schlagfigur ist. Dieser Glimmer ist in fast allen Präparaten in grösserer oder gewöhnlich in kleinerer Menge vorhanden und fehlt nur in wenigen; er ist gewöhnlich ziemlich frei von Interpositionen; wie der Diopsid und die Hornblende tritt er stellenweise in grösseren Anhäufungen von isomeren Körnern ohne fremde Einmischung auf, kommt aber auch ganz gewöhnlich mit den anderen Mineralien gemischt vor; er findet sich auch z. B. bisweilen voll von parallel orientirten winzigen Diopsidprismen (von nur 0,005 mm) oder Lasuritkörnchen, doch nicht in dem Grade oder so gewöhnlich, wie die Hornblende, mit dem Lasurit verwachsen.

Skapolith. Nachdem schon N. Nordenskiöld den Skapolith (er nannte ihn Paralogit) als Begleiter des Lasursteines erwähnt hatte, haben sowohl Fischer als Vogelsang, wie oben hervorgehoben, denselben als einen wesentlichen Bestandtheil des Lasursteines angesehen. Dies ist jedoch nicht der Fall. Im Gegentheil ist in den von uns untersuchten Proben Skapolith nur selten (nur in 2 von 20 Proben; die zwei Proben unterscheiden sich auch in anderen Beziehungen von den gewöhnlichen) vorhanden, und auch hier nur in geringer Menge. Er bildet hier grössere Körner, unter dem Mikroskope durch die gewöhnlichen Eigenschaften leicht zu erkennen. Es ist demnach kaum zweifelhaft, dass Fischer und Vogelsang, welche den Diopsid gar nicht erwähnen, diesen mit Skapolith verwechselt haben müssen; man muss sich ja erinnern, dass die Methoden der mikroskopischen Untersuchung, als ihre Arbeiten erschienen, noch sehr unvollkommen waren.

Schon N. Nordenskiöld erwähnt, dass der Glaukolith und der Lasurstein wahrscheinlich nicht weit von einander vorkommen; doch fügt er hinzu, dass der Glaukolith keine Spur von Lasurstein enthält. In Proben von Glaukolith von Sljüdjanka, 25 Werst vom Dorfe Kultuk am Baikalsee, welche wir der Freundlichkeit des Herrn Dr. A. Lösch verdanken, fanden wir auch in der Regel keine Spur von Lasurit. Doch zeigte ein Dünnschliff mit dem Glaukolith zusammen farblosen Haüyn in reichlicher Menge.

Plagioklas und Orthoklas. Feldspath wurde zuerst von N. Nordenskiöld als Begleiter des Lasurits angeführt; aus seiner Beschreibung geht jedoch hervor, dass die Bestimmung des betreffenden Minerals als Feldspath ganz unsicher gewesen ist; obwohl mit Zweifel wurde er auch von

Fischer als Bestandtheil des Lasursteines angenommen; wahrscheinlich ist das von ihm beobachtete Mineral jedoch kein Feldspath gewesen, denn Mineralien der Feldspathgruppe sind jedenfalls in dem Mineralgemenge des Lasursteines selten vorhanden. In den gewöhnlichen Varietäten von Lasurit-Lasurstein scheinen die Feldspäthe fast immer vollständig zu fehlen, nur in stärker abweichenden Varietäten von Haüyn-Lasurstein kommen sie bisweilen vor. So fanden wir Plagioklas in einer Probe von dunkelblauem, ziemlich grobkörnigem Haüyn-Lasurstein von Sljüdjanka, 12 Werst von Kultuk, aber ganz spärlich. Es ist zum Vergleiche von Interesse, dass in Proben von Glaukolith von dem Vorkommen am Sljüdjanka, 25 Werst von Kultuk, ebenfalls derselbe Plagioklas, hier aber ganz reichlich in Dünnschliffen beobachtet wurde. Derselbe zeigt hier schöne Druckerscheinungen, gebogene Zwillingslamellen, welche an Druckspalten anfangen etc. — Ein Mineral, welches wir für Orthoklas ansehen möchten, ist uns nur aus einem einzigen Dünnschliffe einer sehr abweichenden, violett gefärbten Varietät von Sljüdjanka bekannt; es bildet rundliche, gegen Kalkspath angrenzende Körner, welche in ihrem Verhältnisse unter dem Mikroskope die grösste Aehnlichkeit mit Orthoklas erweisen. Mehrere Schnitte verhalten sich wie Schliffe von Mikroperthit nach (010); wenn solcher vorliegt, dürfte jedoch eher ein Mikroperthit von Orthoklas und Plagioklas, als von Orthoklas und Albit vorhanden sein. Auch kommt Oligoklas mit deutlichen feinen Zwillingslamellen nach dem gewöhnlichen Albitgesetze, zusammen mit den für Orthoklas gehaltenen Körnchen, vor. Da die Durchschnitte im Dünnschliffe keine idiomorphe Umgrenzung und auch nur undeutliche Spaltbarkeitsrisse erweisen, und da für eine Trennung des Oligoklases und des muthmasslichen Orthoklases durch die Thoulet'sche Lösung das Material fehlte, wagen wir nicht die Bestimmung des Orthoklases als vollkommen sicher anzusehen. Jedenfalls kommen sowohl die Plagioklase als der Orthoklas nur selten und ganz untergeordnet als Bestandtheile des Lasursteines vor; in den gewöhnlichen typischen blauen Lasurit-Lasursteinen scheinen sie durchaus zu fehlen.

Das unbekannte optisch positive, vielleicht einaxige Mineral stimmt mit keiner bis jetzt beschriebenen bekannten Mineralienspecies überein. Es kam uns nur in einer einzigen Probe (von Sljüdjanka) eines hellblauen Lasursteines vor; auch hier tritt es in dem übrigen Gemenge von Lasurit, Hornblende, Diopsid, Glimmer, Kalkspath und Pyrit nur ganz spärlich auf. Es bildet im Dünnschliffe in der Regel langausgezogene, stengelige Schnitte mit paralleler Seitenbegrenzung und bisweilen deutliche, gerade abgeschnittene Enden; viel seltener kommen breitere, unregelmässig begrenzte Schnitte vor. Die Längsschnitte zeigen eine deutliche Querspaltbarkeit; sie löschen parallel aus; die Lichtbrechung ist ungefähr wie beim Lasurit, in welchem sie öfters eingebettet liegen, die Doppelbrechung schwach, geringer als beim Quarz, ungefähr wie beim Orthoklas,

mit grauen Interferenzfarben in Dünnschliffen. Die Längsrichtung der stengeligen Schnitte ist die Richtung der grössten Elasticität. In den breiteren, unregelmässig begrenzten Querschnitten sieht man ein Axenkreuz oder vielleicht eine spitze Bisectrix mit kleinem Axenwinkel austreten; welches von beiden, liess sich nicht entscheiden, da die zufälligen Schnitte schief waren. Die Richtung der optischen Axe oder der Bisectrix zeigte sich als diejenige der kleinsten Elasticität. Es müssen demnach die leistenförmigen Schnitte solche von Tafeln nach einer Richtung senkrecht zur Axe (oder zur Bisectrix) sein. Das Mineral muss also eine tafelförmige Ausbildung besitzen mit Spaltbarkeit parallel zur Verticalaxe, und optisch positiv, einaxig oder nahezu einaxig sein. In den breiten Schnitten war die Spaltbarkeit zu undeutlich, um eine etwaige Zugehörigkeit zum hexagonalen oder zum tetragonalen Systeme zu entscheiden. Das Mineral zeigte sich ganz leicht löslich in Säuren, nur weniger schwierig als der Lasurit. Obwohl eine bestimmte Entscheidung über die Stellung dieses Minerals infolge des ungenügenden Materiales unmöglich war, haben wir doch die Aufmerksamkeit auf dasselbe lenken wollen; am nächsten stimmt es in seinen Eigenschaften mit gewissen, aus künstlichen Schlacken bekannten, optisch positiven Verbindungen der Melilithreihe, welche von J. H. L. Vogt erwähnt wurden; von früher bekannten in der Natur in contactmetamorphosirten Gesteinen auftretenden Mineralien der Melilith-Gehlenitreihe unterscheidet es sich durch seinen optisch positiven Charakter.

Titanit fanden wir als accessorisches Mineral nur in einer einzigen Probe von Sljüdjanka; es war dies dasselbe abweichende Vorkommen, in welchem auch Skapolith, Plagioklas und vielleicht Orthoklas vorgefunden wurde. Er kam hier in kleinen, ziemlich stark pleochroitischen, schlecht begrenzten Kryställchen mit den gewöhnlichen spitz-rhombischen Durchschnitten spärlich vor. Ganz ähnlich fanden wir ihn auch in einem Präparate von Glaukolith von Sljüdjanka vor. In dem gewöhnlichen blauen Lasursteine haben wir niemals Titanit beobachtet.

Zirkon wurde in einem grobkörnigen, hellblauen Diopsid-Lasursteine von Malaja-Bistraja beobachtet; er bildet längliche, parallel auslöschende optisch +, fast farblose, stark licht- und doppeltbrechende Körnchen, welche sämmtlich gerundete Umgrenzung, die auf Corrosion deutet, aufweisen.

Apatit ist schon von N. Nordenskiöld als Begleiter des Lasurit erwähnt worden; er tritt wohl immer in unvollkommen begrenzten Prismen mit gelösten Flächen (schon Nordenskiöld spricht von dem geschmolzenen Aussehen der Krystalle) auf. Nordenskiöld nennt ihn Lasur-Apatit und beschreibt seine Färbung als zum Theil himmelblau; in unseren Stufen und Scherben haben wir nur hellgrünlich oder bläulichgrün gefärbte Kryställchen, welche im Dünnschliffe ganz farblos sind, gesehen. Er zeigt

sich in ziemlich vielen Proben als grössere oder kleinere, länglich gerundete Schnitte in den Dünnschliffen spärlich verbreitet; er scheint theils ziemlich frei von Einschlüssen, theils vollgepfropft von Flüssigkeitsporen und unbestimmbaren farblosen Mikrolithen mit schiefer Auslöschung (Diopsid oder Hornblende ?), der Verticalaxe parallel orientirt.

Der Pyrit kommt sehr ungleichmässig verbreitet vor; er fehlt zwar nur sehr selten vollständig (gewisse Proben von Sljüdjanka), ist aber öfters nur in ganz geringer Menge vorhanden; in einigen Proben erscheint er aber recht reichlich zugegen. Er bildet in der Regel unregelmässig begrenzte, öfters stark aus- und eingebuchtete, lappige, wie corrodirt aussehende Körnchen (siehe z. B. Fig. 2), ganz selten deutliche Krystallkörner, welche von dem Pentagondodekaëder begrenzt sein dürften. Die Pyritkörnchen sind öfters in grösserer Anzahl local zusammengehäuft, während sie in anderen Gesteinspartien wieder fehlen; im Dünnschliffe erweisen sie sich in der Regel ohne fremde Einschlüsse, im Kalkspath und in dem Gemenge der übrigen Lasursteinmineralien zerstreut.

Sehr häufig sind sie randlich oder durch und durch in Brauneisenerz pseudomorphosirt.

Der Kalkspath fehlt wohl in keinem einzigen Präparate vollständig; in manchen Lasursteinen und namentlich in den ziemlich rein blauen Diopsid-Lasursteinen und Hornblende-Lasursteinen (s. unten) ist er jedoch nur ganz spärlich vorhanden, zwischen den übrigen Mineralien in vereinzelten Körnchen eingeklemmt.

Der Kalkspath ist offenbar häufig theilweise von etwas jüngerer Bildung, als die Silicate; wo derselbe reichlicher auftritt, sieht man nicht selten, dass der Diopsid, der Lasurit, der Apatit etc. mit theils unvollkommener Krystallbegrenzung (die Krystalle besitzen gleichsam eine angeschmolzene Oberfläche, was auf Lösungscorrosion zu beziehen ist) oder seltener mit vollkommener idiomorpher Form in den Kalkspath hineinragen. Auch sieht man bisweilen, dass der Kalkspath offenbar zum Theil in mehreren ungleichen Stadien der Gesteinsbildung auskrystallisirt ist. So zeigt z. B. Fig. 4 eine Anzahl Körner von Haüyn (L) mit gerundeter Corrosionsumgrenzung, welche von einer schmalen Randzone von Kalkspath (K_1) einer früheren Generation umgeben sind; wahrscheinlich hat dieser Kalkspath einmal die Zwischenräume zwischen Haüynkörnern vollständig ausgefüllt, ist aber nachträglich theilweise weggelöst; später ist dann wieder Kalkspath (K_2), aber mit anderer Orientirung auf den dadurch gebildeten Hohlräumen abgesetzt.

Nur selten ist der Kalkspath auf derartige innige Weise, wie z. B. der Lasurit und die Hornblende, mit anderen Mineralien des Lasursteingemisches verwachsen.

Nach der ungleichen Combination der oben genannten Mineralien des Lasursteingemisches lassen sich nun zwar verschiedene Varietäten von Lasurstein unterscheiden; eine derartige Eintheilung ist aber offenbar nur von geringem Werthe und lässt sich keineswegs streng durchführen.

So finden sich unter den untersuchten Proben z. B. einige, welche ganz vorherrschend die Combination Lasurit-Diopsid aufweisen; einige dieser Diopsid-Lasursteine gehören zu den reinsten und schönsten, an dunklem Lasurit reichsten aller von uns untersuchten Proben. So z. B. der in Fig. 1 nach einem Dünnschliffe dargestellte Lasurstein von Malaja-Bistraja, welcher fast ausschliesslich aus dunkelblauem Lasurit und Diopsid, mit nur äusserst geringen Spuren von Apatit, Kalkspath und Pyrit (in Brauneisenstein umgewandelt) besteht; Hornblende, wie das Glimmermineral scheint hier vollständig zu fehlen. Diese reinen Diopsid-Lasursteine scheinen überhaupt auch arm an Kalkspath zu sein.

Andere Diopsid-Lasursteine führen ein wenig Hornblende und Glimmer; sie gehen dabei über in

Hornblende-Lasursteine; dieselben bestehen ganz vorherrschend aus Lasurit und farbloser Hornblende (Kokscharowit) in der Regel in sehr innigem Gemenge; fast immer gesellt sich dazu das genannte Glimmermineral, sowie in der Regel auch in geringer Menge Diopsid, Pyrit etc. und Kalkspath. Die Korngrösse ist in den Hornblende-Lasursteinen oft ganz gering, und öfters wenig gleichmässig, indem grössere, mit Lasurit imprägnirte Hornblendekörner in feinerem Korngemenge zerstreut liegen. Fig. 2 stellt beispielsweise einen Hornblende-Lasurstein eines der gewöhnlichsten Typen von Sljüdjanka dar.

Diese beiden Typen, die Diopsid-Lasursteine und die Hornblende-Lasursteine, sind wohl die gewöhnlichsten; weniger häufig findet man eine Zusammensetzung, in welcher neben Hornblende das Glimmermineral noch reichlicher vorkommt; reine Glimmer-Lasursteine haben wir zwar nie beobachtet, dagegen scheinen derartige gemischte Glimmer-Hornblende-Lasursteine sehr häufig; wahrscheinlich besitzen dieselben jedoch keine grössere gleichmässige Verbreitung, denn einige Präparate zeigen in einem Theile die Zusammensetzung eines Hornblende-Lasursteines, während in anderen Theilen die eines Glimmer-Hornblende-Lasursteines herrscht. Einen derartigen gemischten Glimmer-Hornblende-Lasurstein (Lasurit-Lasurstein, Buchara) stellt Fig. 7, Tafel II (in polarisirtem Lichte nach einer Photographie) dar.

Es muss ausdrücklich bemerkt werden, dass die uns zugänglich gewesenen Proben von Lasurstein von Sljüdjanka und Malaja-Bistraja im Baikalseegebiete, sowie von »Bochara« (Badakschan) zeigen, dass jede dieser Localitäten sowohl Diopsid-Lasursteine als Hornblende-Lasursteine und gemischte Lasursteine führen; durch bestimmte Unterschiede in der

Zusammensetzung lassen sich demnach die verschiedenen Vorkommen kaum charakterisiren; doch sind in den uns vorliegenden Proben die ganz reinen Diopsid-Lasursteine auf das Baikalsee-Gebiet beschränkt.

Die Structuren der von uns untersuchten Lasursteine sind durchgehends als typische Contactstructuren zu charakterisiren; sie sind auf ausserordentlich mannigfache Weise ausgebildet, immer aber durch dieselben Hauptzüge, welche die contactmetamorphen Structurformen der verschiedenen Arten von Kalksilicathornfelsen charakterisiren, ausgezeichnet.

Die Lasursteine sind in der That selbst nichts weiter als eigenthümliche Kalksilicathornfelse, in welchen der gewöhnliche Repräsentant der Granatgruppe, der Kalkthongranat, auffallenderweise vollständig zu fehlen scheint und von einem anderen der Granatgruppe angehörigen Mineral, einem **Alkaligranat**, dem Lasurit, ersetzt ist.

Schon makroskopisch sieht man bisweilen sehr evident hervortretend die ursprüngliche Beschaffenheit des Lasursteines, als eines unreinen, geschichteten Kalksteines, in einer auffallend deutlichen Schichtung ausgedrückt; es zeigt dies z. B. ein Handstück aus irgend einem der asiatischen Vorkommen, welches auf einer Reise im Ural zufällig unter anderen asiatischen Mineralstufen für das Mineralogische Institut der Hochschule zu Stockholm von Herrn G. Flink erworben wurde (s. beistehende Fig. 8). Die einzelnen Schichtstreifen unterscheiden sich namentlich durch ungleichen Reichthum an Lasurit und Pyrit: so wechseln ziemlich rein blaue mit blau und weiss gesprenkelten Schichtstreifen.

Fig. 8.



Autotypie nach der Natur in 5/8 der natürlichen Grosse.

Auf derartige Weise makroskopisch hervortretend dürfte die Contactstructur des Lasursteines wohl kaum häufig in den in die Sammlungen gelangten Handstücken zu beobachten sein; auch die Schilderungen Frazer's, der von grossen abgespalteten Tafeln spricht, deutet auf contactmetamor-

phosirte Kalksteinschichten; indessen zeigen die Beobachtungen von Werssiloff von den sibirischen Vorkommen, dass es hier nicht die in situ belegenen Kalksteinschichten, sondern die auf Spalten breccienartig gegen einander verschobenen Reibungsbrocken der aufgeborstenen Schichten sind, welche die besten Lasursteine geliefert haben.

Unter dem Mikroskope zeigt jeder Dünnschliff von Lasurstein auf's Deutlichste die Erscheinungen der Contactstructur der Kalksilicathornfelse. Die zahlreichen, auf vielfache Weise variirten Ausbildungsarten dieser Structur ausführlicher zu beschreiben, würde hier zu weit führen; nur einige wesentliche Eigenthümlichkeiten sollen beispielsweise erwähnt werden.

Charakteristisch ist zuerst die Neigung zu einer in der Regel vollkommen allotriomorphen Structur; die auftretenden Mineralien pflegen alle in eckigen Körnern ohne jede Krystallbegrenzung an einander zu stossen. Dieselben haben, was den Diopsid betrifft, öfters eine isomere Form, die Hornblendekörnchen pflegen kurzstengelig zu sein, der Lasurit hat allerlei unregelmässig aus- und eingebuchtete Begrenzung etc., Kalkspath nimmt öfters deutlich die Zwischenräume zwischen anderen Mineralkörnchen ein etc. Häufig findet man, dass stellenweise eine grössere Anzahl Körnchen eines bestimmten Minerals, z. B. des Diopsids, der Hornblende, des Glimmers etc. für sich ohne wesentliche Einmischung anderer Mineralien local zusammengehäuft sind, an anderen Stellen ziehen sich ganze Streifen derartiger eigenartig zusammengesetzter Körnchenaggregate, oft mit abweichenden, gewöhnlich bedeutend grösseren Dimensionen der einzelnen Körner, durch das normale, isomer körnige Gemenge hindurch.

Häufig findet man, dass die Korngrösse zu äusserst winzigen Dimensionen herabsinkt; so ist z. B. local in dem einen oder dem anderen Dünnschliffe über grössere Partien die mittlere Korngrösse kaum mehr als 0,005 bis 0,01 mm. Das Gemisch der Hauptmineralien: Diopsid, Glimmer, Lasurit, — Hornblende, Glimmer, Lasurit, Kalkspath, — Diopsid, Hornblende, Lasurit, Glimmer, Kalkspath etc. etc. kann unter solchen Umständen makroskopisch ganz dicht und homogen blau aussehen. Häufig ist jedoch die Korngrösse selbst in verschiedenen Theilen eines und desselben Präparates ziemlich ungleichmässig vertheilt, feinkörnigere und gröber körnige Partien wechseln mit einander etc.

Bei der herrschenden allotriomorphen Begrenzung sind in der Regel scharfeckige Umrisse der einzelnen Mineralkörner charakteristisch; in anderen Fällen, namentlich in gröber körnigen Haüyn-Lasursteinen, findet man aber im Dünnschliffe gerundete Conturen, so von Lasurit, Apatit, Skapolith, Diopsid etc. Dieselben treten dann in der Regel an der Grenze gegen Kalkspath auf und vicariiren mit regelmässigen, idiomorphen Krystallconturen, sind also offenbar durch Corrosion früher idiomorph begrenzter

Krystalle entstanden; analoge Verhältnisse sind in Kalksilicathornfelsen überhaupt allgemein verbreitet.

Charakteristisch ist es ferner für die Structur der Lasursteine (wie für Kalksilicathornfelse überhaupt), dass die Mineralzusammensetzung des innigen allotriomorphen Gemenges derselben so häufig local wechselt, indem oft in einem und demselben Präparate die ungleichen Theile ungleiche Zusammensetzung besitzen.

Besonders charakteristisch ist ferner das Fehlen einer bestimmteren Krystallisationsfolge der einzelnen Mineralien; man findet z. B. ganz gewöhnlich die Hornblende voll von unzähligen winzigen Einschlüssen von Lasurit, während in demselben Gesichtsfelde an anderen Stellen die kurzen Hornblendestengel im Lasurit eingebettet sind. Es ist diese gleichzeitige Krystallisation, welche offenbar in grösster Ausdehnung stattgefunden haben muss, ein gemeinsames Verhältniss aller contactmetamorpher Gesteine, welche durch Umkrystallisation älterer fester Gesteine in situ gebildet sind; wir finden dasselbe Verhältniss auf ganz entsprechende Weise auch in anderen Kalksilicathornfelsen ausgebildet. Eben die charakteristische vorherrschende eckige allotriomorphe Begrenzung der einzelnen Mineralkörnchen des Lasursteinsgemisches ist in erster Linie in diesem Verhältnisse begründet. Es fehlen dann auch nicht derartige Beispiele der gleichzeitigen Krystallisation, welche besondere, sofort dadurch charakterisirte Structurformen bedingen, wie Schriftstructuren, ja sogar Andeutungen von centrischer Structur. In einem fast farblosen Lasursteine von abweichender Zusammensetzung (mit Lasurit, Plagioklas, Mikroperthit, Skapolith, Diopsid, Kalkspath, Glimmer, Apatit, Titanit etc., wahrscheinlich von Sljüdjanka) fanden sich ausgezeichnete mikropegmatitische Verwachsungen von Plagioklas und einem isotropen Minerale (Haüyn?), von Skapolith und Glimmer etc. Ebenfalls fanden wir in der Randzone eines kopfgrossen, rings herum von einer weissen Kruste umgebenen Knollens von schön blauem Lasurstein (aus einem unbekannten asiatischen Vorkommen, welcher von Herrn G. Flink für das mineralogische Institut der Hochschule zu Stockholm in Russland erworben wurde) eine chondrenähnliche radialstrahlige Structur; feine Strahlen von Diopsid bilden hier, äusserst innig mit Lasurit gemischt, sphärolitisch struirte Knauern; bei starker Vergrösserung sieht man, dass die Diopsidstrahlen zum Theil in einer gemeinsamen Matrix von Lasurit eingebettet sind. In einem anderen hellblauen Lasursteine von Sljüdjanka kamen auf ähnliche Weise kurze subparallel angeordnete Stengelchen von Diopsid theils in Glimmer, theils in Lasurit eingebettet vor, etc.

Es sind jedoch mehr die verschiedenen heller gefärbten Haüyn-Lasursteine, welche so mannigfach abwechselnde Ausbildung der Contactstructur aufweisen; die typischen Lasurit-Lasursteine scheinen bei weitem gleich-

mässiger ausgebildet, sowohl was ihre Zusammensetzung, als was ihre Structur betrifft.

N. Nordenskiöld sprach die Vermuthung aus, »dass die eigenthümliche hochblaue Farbe des Lasursteines selten natürlich, sondern gewöhnlich entweder durch Einfluss irgend eines Vulkans oder, was noch wahrscheinlicher, durch künstliche Erhitzung erzeugt worden« sei.

Unsere Untersuchung bestätigt diese Vermuthung nicht; es lässt sich zwar nicht bestreiten, dass die Art und Weise, in welcher der Lasursteinabbau in Badakschan nach Wood's Beschreibung (und wahrscheinlich, jedenfalls früher, auf ähnliche Weise auch in Transbaikalien) geschehen ist, durch die angewandte Erhitzung vielleicht eine tiefer blaue Farbe in manchen von der Natur weniger tief gefärbten Lasursteinen hervorgebracht haben könne; im Allgemeinen kann dies jedoch kaum der Fall gewesen sein, denn sonst müssten die hellblauen Haüyn-Lasursteine, welche beim Erhitzen leicht dunkelblau werden, schon diese letztere Farbe angenommen haben; ferner zeigen die Beobachtungen der Dünnschliffe zwar, dass offenbar längs Spalten eine Entfärbung des früher einheitlich blauen Lasurit oder Haüyn häufig stattgefunden hat, niemals aber eine Andeutung des umgekehrten Verhaltens.

Die richtige Erkennung der Lasursteine als Gemenge, als bei contactmetamorpher Umwandlung unreiner (dolomitischer) Kalksteine gebildete Kalksilicathornfelse, deren Haupteigenthümlichkeit nur in der Ersetzung der gewöhnlichen Kalkthongranate durch Alkaligranate: Lasurit oder Haüyn, besteht, liefert auch einen wichtigen Beitrag zum besseren Verständniss der Bildung des Lasurits selbst. Die allgemeine Auffassung der Vorgänge der Mineralbildung bei der Contactmetamorphose muss auch hier angepasst werden können; das bei der Krystallisation des betreffenden Eruptivgesteines frei gewordene Wasser ist in das Nebengestein eingedrungen und hat die Mineralneubildung hier auf gewöhnliche Weise vermittelt, bei höherer Temperatur, unter hohem Drucke, in etwas grösserer Tiefe. Gleichzeitig müssen Schwefelverbindungen das Gestein durchtränkt haben; denn wir finden allenthalben den Schwefelkies (oder seine Zersetzungsproducte), bisweilen auch Schwefel selbst (am Vorkommen bei Malaja-Bistraja nach Werssiloff), als Begleiter des Lasurits. Infolge der gewöhnlichen Erfahrung über die Mineralbildung in der Contactmetamorphose, dass jede Schicht und jedes präexistirende Gestein überhaupt im Wesentlichen in Uebereinstimmung mit seiner eigenen chemischen und mineralogischen Zusamensetzung umgewandelt wird, ohne dass die Zufuhr von fremder Substanz eine wesentliche Rolle zu spielen pflegt, ist es auch bei der Lasursteinbildung wahrscheinlich, dass der Natrongehalt, welcher offenbar die Bildung der Alkaligranate Lasurit und Haüyn bedingt haben muss, dem umgewandelten Gesteine selbst angehörig und nicht zugeführt gewesen ist.

Es ist, wenn diese Auffassung richtig ist, die Bildung des Lasurits (oder Haüyns), statt anderer sonst in der Contactmetamorphose auftretender Granatmineralien, auf zwei Umstände zu beziehen, theils darauf, dass die ursprünglichen unreinen Kalksteine (der MgO-Gehalt zeigt, dass vielleicht dolomitische Kalksteine vorgelegen haben) natronreich gewesen sind, theils darauf, dass neben der Durchtränkung mit Wasserdämpfen bei höherer Temperatur und genügendem Drucke auch Schwefelverbindungen, deren Exhalationen die Eruptionen begleiteten, die in Umwandlung begriffenen Kalksteine durchdringen konnten. Die Profile Werssiloff's von Malaja-Bistraja zeigen übrigens, dass wenigstens hier die Lasursteinbildung wesentlich auf Verwerfungsspalten in den zerbröckelten Kalksteinschollen stattgefunden hat.

Wenn die oben mitgetheilten Resultate über die wahrscheinliche Bildung der natürlichen Ultramarinmineralien mit der künstlichen Ultramarinbildung verglichen werden, ergeben sich bedeutende Unterschiede in der Weise, auf welche die Natur und der Mensch die blauen Ultramarinverbindungen dargestellt haben. Wollte man bei der künstlichen Darstellung des blauen Ultramarins die Natur nachzuahmen versuchen, so müsste man vor allen Dingen auf nassem Wege, in abgesperrten Räumen unter grösserem Drucke, die Processe sich abspielen lassen; vielleicht würde es dabei gelingen, das Ultramarinblau direct, nicht nur auf dem Umwege durch vorausgehende Darstellung von Ultramaringrün, zu bereiten. Ob und wie dies mit Vortheil sich durchführen lässt, ist aber nicht unsere Sache zu entscheiden; wir wollten nur versuchen, die Verhältnisse der Bildung natürlicher Ultramarine, wie deren Zusammensetzung klar zu legen; beim Beginne einer vielleicht möglichen Herleitung praktischer Resultate aus dieser wissenschaftlichen Untersuchung hört unsere Aufgabe auf.

Durch die in vorliegender Arbeit niedergelegten Beobachtungen und Schlussfolgerungen meinen wir ein genügendes Beweismaterial für die im Anfange unserer Abhandlung aufgestellte Behauptung von der nahen Verwandtschaft der regulären Orthosilicate, welche wir durch die Vereinigung derselben in einer gemeinsamen Mineralgruppe, die Granatgruppe, ausdrückten, geliefert zu haben.

Es wird sich nach den oben vorgelegten, mit sorgfältig gereinigtem Materiale ausgeführten neuen Analysen der Mineralien der Sodalithreihe nicht bestreiten lassen, dass die Erklärung derselben als eigenthümlich zusammengesetzte Alkaligranate in höchstem Grade wahrscheinlich sein muss. Der persistente rhombendodekaëdrische Typus, das Krystallsystem, die Spaltbarkeit, wie die chemische Zusammensetzung beweisen die nahe Verwandtschaft. Jedoch zeigt es sich hier, wie so oft sonst, dass die Persistenz des Typus, — eine Eigenschaft, welche wohl zuerst Th. Hiortdahl in

neuerer Zeit*) mit gebührender Schärfe hervorgehoben hat, — auch hier grösser, als die Persistenz des Krystallsystemes ist; wir finden ja genau dasselbe Verhältniss auch bei vielen anderen Mineralgruppen, so z. B. in der Gruppe des rhomboëdrisch-hemiëdrischen Eisenglanzes und des rhomboëdrisch-tetartoëdrischen Titaneisens, in der Gruppe des rhomboëdrisch-hemiëdrischen Kalkspaths und des rhomboëdrisch-tetartoëdrischen Dolomits, in der Epidotgruppe mit dem rhombischen Zoisit, dem monosymmetrischen Epidot etc., in der Pyroxengruppe mit ihren rhombischen, monosymmetrischen und asymmetrischen Gliedern etc. etc.; in diesen und zahlreichen anderen Beispielen haben durch die morphotropischen Wirkungen der eintretenden substituirenden Gruppe oft durchgreifende Aenderungen im Krystallsysteme oder Aenderungen von der einen Abtheilung eines Krystallsystemes zur anderen resultirt, ohne dass das typologisch Charakteristische sich allzu wesentlich geändert hat. So ist auch hier in der Granatgruppe das Eintreten einer complicirteren Gruppe $\overbrace{(Cl.Al)}^{II}$, resp. $[\overbrace{(Na.SO_4).Al}^{II}]$ etc. anstatt des einfachen $\overset{II}{R}$ von einer Aenderung der holoëdrischen regulären Krystallisation in die weniger einfache tetraëdrisch-hemiëdrische begleitet, während gleichzeitig doch der herrschende rhombendodekaëdrische Typus und die rhombendodekaëdrische Spaltbarkeit noch beibehalten ist.

Dass auch in die Zusammensetzung des Helvins zum geringen Theile ein demjenigen der eigentlichen Granate analoges Silicat eingehen kann, beweist die Ersetzung von $3Be$ durch Al_2; im Helvin ist jedoch durchgehends ein $\overset{II}{R}$ der Granate durch die zweiwerthige Gruppe $\overbrace{(R_2 S)}^{II}$, welche offenbar wieder, wie bei den Mineralien der Sodalithreihe, eine morphotropische Aenderung in die tetraëdrische Hemiëdrie bewirkt hat, ersetzt. Auch der Helvin zeigt in Uebereinstimmung mit der Verwandtschaft mit den gewöhnlichen Granaten häufig (an den Vorkommnissen am Langesundfjord) einen rhombendodekaëdrischen Typus; vorherrschend ist aber hier der tetraëdrische Typus, welcher auch bei den übrigen von der eigentlichen Granatzusammensetzung noch mehr abweichenden Mineralien Eulytin und Zunyit der Fall ist.

Für alle Mineralien der Granatgruppe im weiteren Sinne ist es gemeinsam, dass sie in chemischer Beziehung auf ein Orthosilicatmolekül mit drei Molekülen Kieselsäure führen, und dass sie alle dem regulären Systeme angehörig sind.

*) Kryst.-chem. Untersuchungen. Diese Zeitschr. **6**, 460.

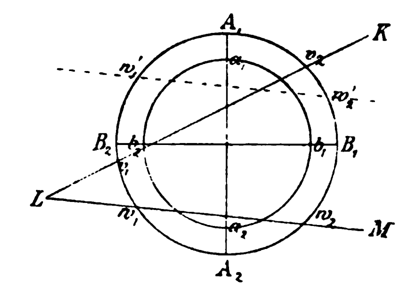
XIII. Kürzere Originalmittheilungen und Notizen.

1. G. Wulff (aus Warschau, z. Z. in Paris): **Eine Methode, die ebenen Winkel mit dem Mikroskope zu messen*).** In der letzten Zeit hat das Mikroskop allmählich die Bedeutung eines Universalinstrumentes erhalten, welches dem Mineralogen sowohl krystallographische wie physikalische Constanten der Mineralien zu bestimmen gestattet. Trotzdem haben wir bis jetzt keine allgemeine und genaue Methode, um die ebenen Winkel mit demselben zu messen. Die vorliegende Notiz soll diese Lücke ausfüllen.

Die jetzt zu diesem Zwecke gebräuchliche Methode wird umständlich, wenn der Winkel keine Spitze hat, — und wenn noch dazu die beiden Seiten des letzteren nicht zugleich im Gesichtsfelde sichtbar sind, verliert sie jede Bedeutung. Von diesen Nachtheilen ist die folgende Methode vollständig frei.

Es stelle der Kreis $A_1 B_1 A_2 B_2$ die Grenze des Gesichtsfeldes dar; es seien ferner $A_1 A_2$ und $B_1 B_2$ die Fäden des Fadenkreuzes, welche gegen einander nicht senkrecht zu sein und nicht durch den Mittelpunkt zu gehen brauchen. Es ist die Grösse φ des Winkels KLM, dessen Spitze ausserhalb des Kreises liegt, zu messen. Wenn wir die Punkte, in welchen die Seiten des Winkels den Kreis schneiden, v_1, v_2, w_1 und w_2 nennen, so ist es klar, dass durch die Messung der Bögen $v_1 w_1$ und $v_2 w_2$ auch φ bestimmt ist, weil

$$\varphi = \tfrac{1}{2}(v_2 w_2 - v_1 w_1)\ .$$



Die Aufgabe ist also auf die Messung der Bögen $v_1 w_1$ und $v_2 w_2$ zurückgeführt. Zu diesem Zwecke centriren wir das Tischchen in einer ganz besonderen Weise und zwar so, dass wir das Bild des Umdrehungscentrums mit dem Centrum des Gesichtsfeldes zusammenfallen lassen, wobei das letztere selbst nicht mit dem Fadenkreuzmittelpunkte zusammen zu fallen braucht. Um diese Centrirung auszuführen, wählen wir ganz dicht am Rande des Gesichtsfeldes einen kleinen Gegenstand und verändern so lange die Stellung des Tischchens resp. des Tubus, bis die Entfernung des Gegenstandes von dem Kreise $A_1 B_1 A_2 B_2$ dieselbe bleibt. Nach dieser Centrirung lassen wir die Punkte v_1, v_2, w_1, w_2 mit einem der Punkte

*) Aus dem Berg-Journal Nr. 2, St. Petersburg 1889, vom Verf. mitgetheilt.

A und B zusammenfallen, indem wir jedesmal die Stellung des Tischchens ablesen und hierdurch die Grössen V_1, V_2, W_1 und W_2 erhalten.

Für die Bögen ergeben sich demnach die Gleichungen: $v_1 w_1 = V_1 - W_1$ und $v_2 w_2 = V_2 - W_2$, woraus

$$\varphi = \tfrac{1}{2}[(W_2 - V_2) - (V_1 - W_1)],$$

oder, damit identisch,

$$\varphi = \tfrac{1}{2}[(W_1 + W_2) - (V_1 + V_2)].$$

Wenn wir die Punkte v_1, v_2, w_1 und w_2 nicht nur mit dem Punkte A_1, sondern auch mit den übrigen Punkten A_2, B_1 und B_2 zur Deckung bringen, so werden wir uns von den Fehlern der Theilung am Tischchen frei machen, und zugleich eine grössere Anzahl von Beobachtungen bekommen. Wir können dieses Zusammenfallen der Punkte beliebig oft wiederholen, ohne die Drehungsrichtung des Tischchens zu verändern. Wir bekommen dabei die folgenden n Gruppen von Ablesungen: $V_1^{(1)}$, $V_2^{(1)}$, $W_1^{(1)}$, $W_2^{(1)}$ . . . . . $V_1^{(n)}$, $V_2^{(n)}$, $W_1^{(n)}$ und $W_2^{(n)}$. Wenn man die Summen $V_1^{(k)} + V_2^{(k)}$ mit $V^{(k)}$ und $W_1^{(k)} + W_2^{(k)}$ mit $W^{(k)}$ bezeichnet, so erhält man folgende Werthe für φ:

$$\varphi_1 = \tfrac{1}{2}(W^{(1)} - V^{(1)}),$$
$$\varphi_2 = \tfrac{1}{2}(W^{(2)} - V^{(2)}),$$
$$\dots\dots\dots\dots$$
$$\varphi_n = \tfrac{1}{2}(W^{(n)} - V^{(n)});$$

im Mittel also

$$\varphi = \frac{1}{2n}(\Sigma W - \Sigma V),$$

wo Σ die Summe derjenigen Glieder bezeichnet, welche durch gleiche Symbole charakterisirt sind.

Es kann der Fall sein, dass die beiden Seiten des Winkels nicht zugleich im Gesichtsfelde zu sehen sind.

Da bei der Bewegung einer Geraden parallel sich selbst deren Winkel mit einer festen Geraden nicht geändert wird, so kann man, nachdem die Werthe V_1 und V_2 resp. W_1 und W_2 abgelesen worden sind, die Schlitten am Tischchen so lange verschieben, bis die andere Seite sichtbar wird, wonach man die Grössen W_1 und W_2 resp. V_1 und V_2 abliest. Dabei kann aber ein Fall eintreten, welcher die Berechnung wesentlich verändert, wenn nämlich die zweite Seite in die Lage $w_1' w_2'$ kommt, und somit die frühere Lage der ersteren schneidet. Dies kann aber durch ein systematisches Verfahren vermieden werden: man gebe nur darauf Acht, das Centrum des Gesichtsfeldes immer innerhalb des Winkels zu haben und denselben bei der Bewegung der Seiten nie zu überschreiten.

Die praktische Anwendung der Methode wird erleichtert, wenn man im Oculare eine Glasplatte anbringt, auf welcher ein feiner Kreis $a_1 b_1 a_2 b_2$ und zwei Gerade $a_1 a_2$ und $b_1 b_2$ eingeritzt sind, und diesen Kreis zur Centrirung benutzt. Durch passende Wahl der Vergrösserung kann man immer die Seiten eines Winkels so ordnen, dass sie entweder gleichzeitig oder nach einer entsprechenden Bewegung der Schlitten den Kreis $a_1 b_1 a_2 b_2$ schneiden.

Folgende sind die Resultate einer derartigen Messung, wobei die Ablesungen auf die bequemste Art geordnet sind. Man beachte, dass der der Messung unterzogene Winkel keine Spitze hatte und seine Seiten nicht gleichzeitig sichtbar waren.

	V		W
A_1	52,8	A_1	71,2
	320,8		309,3
B_1	142,2	B_1	161,0
	50,6		39,1
A_2	231,9	A_2	250,5
	140,5		128,7
B_2	322,6	B_2	341,8
	230,3		219,4
$\Sigma V =$	1491,7	$\Sigma W =$	1521,0

$$n = 4.$$

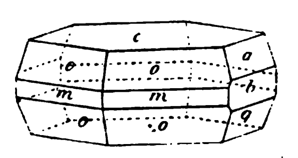
$$\varphi = \frac{1}{2 \times 4}(1521,0 - 1491,7) = 3^{\circ}\!,7 .$$

Der mittlere Fehler der einzelnen Beobachtung $\pm 0^{\circ}\!,3$, der des Resultates $\pm 0^{\circ}\!,2$.

Es ist einleuchtend, dass mit der Zahl n die Genauigkeit wachsen wird.

2. R. Prendel (in Odessa): **Die Krystallform des Monolaktons der symmetrischen Dimethyldioxyglutarsäure.** $C_7H_{10}O_5 = CH_3 - C - CH_2 - CH_3$
$CO.OH \diagup O - CO \diagdown OH$

Die aus wässeriger Lösung erhaltenen Krystalle der genannten Säure wurden von Herrn Dr. N. Zelinsky, Privatdocent an der hiesigen Universität, dargestellt und mir zur Untersuchung überliefert. Sie gehören dem rhombischen Systeme an und stellen Combinationen von $c\{001\}$, $o\{111\}$, $m\{110\}$, $q\{021\}$ und $b\{010\}$ dar. Infolge starker Entwickelung parallel der Basis haben sie einen tafelartigen Habitus. Die Flächen von $c\{001\}$, $\{111\}$ und $\{110\}$ sind glatt, $\{021\}$ dagegen rauh.



Folgende Winkel wurden gemessen:

$$(111):(11\bar{1}) = 38^{\circ}45'$$
$$(111):(1\bar{1}1) = 59\ 30$$
$$(110):(1\bar{1}0) = 63\ 40$$
$$(201):(001) = 71\ 33$$

Aus den Winkeln der Grundpyramide berechnet sich das Axenverhältniss

$$\breve{a} : \bar{b} : \dot{c} = 0,61862 : 1 : 1,49386.$$

Spaltbarkeit $\|$ (010) vollkommen. Optische Axenebene ist parallel (100). Der Axenwinkel sehr gross, $\varrho < v$. Charakter der Doppelbrechung $+$.

XIV. Auszüge.

---

1. O. Lüdecke (in Halle): **Ueber Datolith. Eine mineralogische Monographie** (Zeitschr. f. Naturw. Halle 1888, **61**, 235—404, mit sechs Tafeln). In dieser 170 Seiten umfassenden Abhandlung sucht Verf. das über den Datolith Bekannte zusammenzufassen und fügt dem bereits Veröffentlichten neue eigene Beobachtungen bei. Nach dem Vorworte folgt ein ausführliches Literaturverzeichniss, dann eine historische Uebersicht über die Entwickelung der Kenntnisse vom Datolith, weiter eine Discussion der von den verschiedenen Autoren gewählten Aufstellungen, Flächenaufzählung und Discussion der einzelnen beobachteten Formen (S. 256—329), der Typen und der einzelnen Vorkommen (329—389), der optischen Constanten (390—396), der Ausdehnung durch die Wärme (396—397) und der chemischen Eigenschaften (397—399); endlich Erklärung der Tafeln und ein gutes Inhaltsverzeichniss.

Das Resumé des Hauptheiles der Arbeit, die wesentlich formenbeschreibend ist, liegt in dem Formenverzeichnisse. Dasselbe enthält 116 Formen, die jedoch einer Revision bedürfen. Von den im »Index« des Ref. gegebenen Daten weicht es in folgenden ab.

Zugefügt sind:

5 neue Formen von Brugnatelli: $-\frac{2}{3}0\{\bar{2}03\}$, $-13\{\bar{1}31\}$, $+\frac{5}{2}1\{522\}$, $+\frac{3}{4}\frac{1}{2}\{324\}$, $+\frac{5}{4}\frac{1}{2}\{524\}$.

2 - - - Franzenau: $+32\{321\}$, $+\frac{2}{3}\frac{4}{3}\{243\}$.

30 - - - Lüdecke, die theils bereits veröffentlicht (vgl. diese Zeitschr. 1885, **10**, 196; 1887, **12**, 294; 1888, **14**, 597), theils hier neu eingeführt sind.

Weggelassen sind acht Formen:

$\infty\frac{3}{2}\{230\}$, $+\frac{2}{5}\{225\}$, $+\frac{10}{9}0\{10.10.9\}$, $+26\{261\}$. Diese beruhen, wie Brugnatelli nachweist, auf einer irrthümlichen Aufstellung Liweh's. Das durch Berichtigung der Aufstellung eingeführte $-\frac{9}{10}1\{\bar{9}.10.10\}$ bedarf der Bestätigung.

$-40\{\bar{4}01\}$, Haytorit (Groth, Strassb. Samml.). Lüdecke konnte die Quelle nicht finden. Die Form ist übrigens nicht sicher, da eine Verwechselung mit dem bekannten $-\frac{1}{4}0\{\bar{1}04\}$ durch Verwechselung der a- und c-Axe nicht ausgeschlossen ist. Nach brieflicher Mittheilung ist Groth mit dieser Auffassung einverstanden.

$-24\{\bar{2}41\}$ beruht auf einem Transformationsfehler Dana's, den Lüdecke bemerkte.

$-\frac{4}{3}1\{\bar{4}33\}$. Hierfür konnte Ref. die Quelle nicht wiederfinden. Die Angabe beruht wohl auf einem Versehen.

Aufgenommen sind dagegen vier unsichere Formen:

$+\frac{1}{2}\frac{3}{2}\{132\}$, $-3\frac{4}{3}\{\bar{9}43\}$, $-74\{\bar{7}41\}$. Nur von Dana beobachtet und von diesem mit ? versehen.

$+\frac{1}{6}\frac{2}{3}\{146\}$. Dana's $\{12.8.1\}$ (Min. Mitth. 1874, 4, 3). Reflex einer gerundeten Fläche, so unsicher, dass Dana nicht einmal das Symbol mit ? in's Verzeichniss gestellt hat.

Lüdecke's 30 neu eingeführte Formen erfordern eine besondere kritische Betrachtung. . Es sind folgende in Aufstellung nach Rammelsberg:

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
$\mathfrak{g}\cdot$	$f\cdot$	$r\cdot$	$\mathfrak{x}$	$\mathfrak{a}$	Z	$\varepsilon\cdot$	$\cdot\mathfrak{r}$
$\infty\frac{13}{9}$	$\infty 8$	$0\frac{11}{8}$	$+\frac{2}{5}0$	-20	$+4$	$-\frac{7}{10}$	$+13$
$\{9.13.0\}$	$\{180\}$	$\{0.11.8\}$	$\{205\}$	$\{\bar{2}01\}$	$\{441\}$	$\{\bar{7}.7.10\}$	$\{131\}$

9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
$\mathfrak{z}$	$C.$	$.\delta$	$\mathfrak{Z}$	$\mathfrak{S}$	$\delta.$	$\mathfrak{t}$	$\mathfrak{r}$
$-\frac{7}{2}2$	$-\frac{15}{2}2$	$+\frac{1}{8}\frac{1}{2}$	$+\frac{9}{20}\frac{9}{10}$	$+\frac{2}{5}\frac{4}{5}$	$+\frac{3}{14}\frac{6}{7}$	$0\frac{5}{8}$	$0\frac{5}{4}$
$\{\bar{7}42\}$	$\{\overline{15}.4.2\}$	$\{148\}$	$\{9.18.20\}$	$\{245\}$	$\{3.12.14\}$	$\{058\}$	$\{054\}$

17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.
$d.$	$\mathfrak{d}$	$\mathfrak{w}$	$\mathfrak{v}$	$\mathfrak{n}$	$\mathfrak{e}$	$\mathfrak{o}$	$\mathfrak{p}$
$+\frac{5}{4}0$	$-\frac{5}{4}0$	$+\frac{5}{4}$	$+\frac{5}{8}$	$-\frac{5}{8}$	$-\frac{5}{4}$	$+5.10$	-5.10
$\{504\}$	$\{\bar{5}04\}$	$\{554\}$	$\{558\}$	$\{\bar{5}58\}$	$\{\bar{5}54\}$	$\{5.10.1\}$	$\{\bar{5}.10.1\}$

25.	26.	27.	28.	29.	30.
$\mathfrak{l}$	$\mathfrak{q}$	$\mathfrak{m}$	r	$\mathfrak{y}$	$\mathfrak{u}$
$+\frac{5}{4}\frac{5}{2}$	$-\frac{5}{4}\frac{5}{2}$	$+\frac{5}{8}\frac{5}{4}$	$-\frac{5}{8}\frac{5}{4}$	$+\frac{5}{8}\frac{15}{8}$	$-\frac{5}{8}\frac{15}{8}$
$\{5.10.4\}$	$\{\bar{5}.10.4\}$	$\{5.10.8\}$	$\{\bar{5}.10.8\}$	$\{5.15.8\}$	$\{\bar{5}.15.8\}$

Die Buchstabenbezeichnung ist die von Lüdecke gewählte. Betreffs derselben bedauert Ref., dass Lüdecke seinen Vorschlag (Index S. 488, sowie S. 131 ff.) nicht berücksichtigt hat. Die Einführung von Punkten rechts und links, also $\delta.$ neben $.\delta$ und $\mathfrak{r}.$ neben $.\mathfrak{r}$ empfiehlt sich nicht, schon wegen der Aussprache. Auch ist es bei Zeichnungen erwünscht, dass $\delta.$ und $.\delta$ gleichen Sinn habe, damit man ohne Fehler den Punkt im Bilde setzen kann, wohin er am besten passt.

Von obigen Formen stammen 15—30 alle von demselben Krystalle vom Wäschgrund bei Andreasberg. Diesen wollen wir zunächst betrachten. Lüdecke bildet ihn ab (Tafel 6, Fig. 18, auch schon Zeitschr. Naturw. Halle 1885, 58, 88), bezeichnet ihn als rhombisch und legt ihm, abweichend von den übrigen Datolithkrystallen, das Axenverhältniss bei:

$$a : b : c = 0{,}6365 : 1 : 0{,}6567; \quad \beta = 90^0.$$

Ausser den oben genannten Nr. 15—30 führt der Krystall noch die Formen:

$c = 0\{001\}$, $b = 0\infty\{010\}$, $a = \infty 0\{100\}$, $g = \infty\{110\}$, $m = \infty 2\{120\}$ (Buchstaben nach Lüdecke).

Die Flächen des Krystalles spiegeln wundervoll. Ist es nun an sich auffallend, dass ein Datolithkrystall in den Elementen so sehr von allen anderen ab-

weicht, so sind noch auffallender die Symbole. Eine solche Combination mit überall auftretendem $\frac{5}{4}$ und $\frac{5}{8}$ ist in der ganzen Krystallographie nicht bekannt.

Aufmerksam gemacht durch diese Unregelmässigkeit, trug Ref. die Formen 15—30 in das gnomonische Bild der bekannten Formen des Datolith. In diesem zeigte sich, dass sie unvermittelt neben den anderen stehen und dass sie sich in das System der Datolithformen nicht fügen. (Die gnomonische Projection bewährt sich vortrefflich für solche Untersuchungen.) Dagegen zeigten die Formen des beobachteten Krystalles ein in sich geschlossenes gut entwickeltes System. Es wurden nun für dies System selbständig die naturgemässen Elemente aufgesucht. Diese ergaben sich bei rhombischer Symmetrie zu

$$a : b : c = 0,7858 : 1 : 1,290.$$

Das sind aber die Elemente des Anglesit, die nach Lang lauten:

$$a : b : c = 0,7852 : 1 : 1,2894.$$

Es lag der Verdacht nahe, dass der vorliegende Krystall nicht Datolith sei, sondern Anglesit. Die Identification wäre dann die folgende:

Lüdecke:			Anglesit. Index (Lang):		
c	0	{001}	$c(a)$	0	{001}
b	0∞	{010}	$b(c)$	$\infty 0$	{100}
a	$\infty 0$	{100}	$a(b)$	0∞	{010}
g	∞	{110}	n	$\infty 2$	{120}
m	$\infty 2$	{120}	m	∞	{110}
$\mathfrak{f}$	$0\frac{5}{8}$	{058}	l	$\frac{1}{4}0$	{104}
$\mathfrak{r}$	$0\frac{5}{4}$	{054}	d	$\frac{1}{2}0$	{102}
$d.$, $\mathfrak{d}$	$\pm\frac{5}{4}0$	{504}	o	01	{011}
$\mathfrak{o}$, $\mathfrak{p}$	± 5.10	{5.10.1}	$(\mathfrak{p})^*$	4	{441}
$\mathfrak{l}$, $\mathfrak{q}$	$\pm\frac{5}{4}\frac{5}{2}$	{5.10.4}	z	1	{111}
$\mathfrak{m}$, $\mathfrak{t}$	$\pm\frac{5}{8}\frac{5}{4}$	{5.10.8}	r	$\frac{1}{2}$	{112}
$\mathfrak{v}$, $\mathfrak{n}$	$\pm\frac{5}{8}$	{5.5.8}	μ	$\frac{1}{4}\frac{1}{2}$	{124}
$\mathfrak{y}$, $\mathfrak{u}$	$\pm\frac{5}{8}\frac{15}{8}$	{5.15.8}	p	$\frac{3}{4}\frac{1}{2}$	{324}
$\mathfrak{w}$, $\mathfrak{e}$	$\pm\frac{5}{4}$	{554}	y	$\frac{1}{2}1$	{122}

Fast genau dieselbe Combination bildet Lang für den Anglesit von Linares ab (Wien. Sitzungsber. 1859, **36**, 289 und Tafel 23, Fig. 162 und 163):

Lüdecke's Krystall:	abc	nm	ldo	$\mathfrak{p}zr$	μpy	. . .
Lang. Fig. 162:	$ab.$	nm	ldo	$.zr$	$.py$	$\tau\varphi.$
- Fig. 163:	abc	nm	$.do$	$.zr$	$.py$	$\tau\varphi\varkappa$

Neu für den Anglesit wäre die Form $\mathfrak{p} = 4\{441\}$. Sie ist beim Baryt bekannt. Zum genaueren Vergleiche wollen wir Lüdecke's gemessene Winkel neben Lang's für Anglesit berechnete setzen. (Wir nehmen in der folgenden Tabelle die + und — Formen zusammen.) Lüdecke S. 353, Lang S. 268.

Lüdecke:	Gem.:	Lang:	Ber.:	Lüdecke:	Gem.:	Lang:	Ber.:
(010):(120)	38° 13′	cm	38° 8′	(100):(504)	37° 50′	bo	37° 48′
(010):(110)	57 39	cn	57 31	(001):(504)	52 13	ao	52 12
(120):(110)	19 26	mn	19 22	(010):(054)	50 38	cd	50 37
(100):(110)	32 26	bn	32 29	(001):(054)	39 22	ad	39 23
(100):(120)	51 51	bm	51 51	(010):(058)	67 38	cl	67 41
				(001):(058)	22 18	al	22 19

Lüdecke:	Gem.:	Lang:	Ber.:
(010):(5.10.4)	44° 49′	*cz*	44° 49′
(010):(554)	63 17	*cy*	63 17
(504):(554)	26 42	*oy*	26 43
(504):(5.10.4)	45 11	*oz*	45 11
(120):(5.10.4)	25 36	*mz*	25 35
(001):(5.10.4)	64 24	*az*	64 24

Lüdecke:	Gem.:	Lang:	Ber.:
(120):(001)	90° 0′	*ma*	90° 0′
(110):(554)	33 12	*ny*	33 11
(001):(554)	56 51	*ay*	56 48
(110):(504)	48 11	*no*	48 12
(5.15.8):(054)	24 48	*pd*	24 49

u. s. w.

Man sieht, die Uebereinstimmung der Winkel ist eine vollkommene. Eine Untersuchung des Krystalles selbst, der nach Lüdecke's Angabe in der Clausthaler Sammlung liegt, wird leicht zeigen, ob in der That eine Verwechselung mit Anglesit vorliegt.

Bestätigt sich das, so sind von Lüdecke's neuen Formen des Datolith Nr. 15—30 zu streichen, dagegen dem Anglesit die neue Form

$$\mathfrak{p} = 4\{441\} \qquad \text{zuzuführen.}$$

Die übrigen 14 neuen Formen dürften wirklich dem Datolith angehören. Von ihnen ist $-20\{\bar{2}01\}$ bereits von Groth (Strassb. Samml. 1878, 188) für den Haytorit angegeben. Dort findet sich auch $-40\{\bar{4}01\}$, das Lüdecke weggelassen hat, da er für diese Form, wie für die vorher genannte, die Quelle nicht finden konnte*).

Somit bleiben von den 30 neuen Formen noch 13, die folgendermassen bestimmt sind:

Buchst. n. Lüd.	Symbol Gdt.	Symbol Miller	Seite	Art der Bestimmung	Flächenbeschaffenheit. Bemerkungen	Δ = Diff. zw. Mess. u. Rechn.
g.	$\infty\frac{13}{9}$	{9.13.0}	269	1 Zone 1 Winkel	Zieml. breit [wohl vicinal zu $\infty\frac{3}{2}$ {230}]	4′
f.	$\infty 8$	{180}	271	1 Zone 1 Wink.	zieml. breit, uneben	11′
r.	$0\frac{11}{8}$	{0.11.8}	285	1 Zone 1 Wink.	scharfes Bild ersten Ranges [wohl vicinal zu $0\frac{4}{3}$ {043}, beob.: gegen 0 {001} 40° 54′, ber.: $0\frac{11}{8}$: 0 = 41° 6′, $0\frac{4}{3}$: 0 = 40° 14′]	12′
𝔵	$-\frac{2}{5}0$	{$\bar{2}$05}	279	1 Zone 1 Wink.	schmal, Schimmermessung	38′
ε.	$-\frac{7}{10}$	{$\bar{7}$.7.10}	311	1 Zone**) 1 Winkel	keine Angabe über Flächenbeschaffenheit	25′
Z	+4	{441}	288	1 Zone 1 Wink.	keine Ang. üb. Flächenbesch.	21′
.𝔯	+13	{131}	299	1 Zone 1 Wink.	keine Ang. üb. Flächenbesch., approx. Messung	5′
𝔷	$-\frac{7}{2}2$	{$\bar{7}$42}	325	1 Zone 2 Wink. in der Zone	schmal	12′, 0′
C.	$-\frac{15}{2}2$	{$\bar{1}\bar{5}$.4.2}	329	1 Zone 2 Wink. in der Zone	schmal	8′, 29′
.δ	$+\frac{1}{8}\frac{1}{2}$	{148}	302	1 Zone 1 Wink. (4mal gem.)	an drei Kryst beob., geht häufig in cylindr. ‖ [140 : 001] gekrümmte Fläche über	1′, 6′, 44′, 29′
𝔅	$+\frac{9}{20}\frac{9}{10}$	{9.18.20}	298	1 Zone 1 Wink.	ungefähre Messung	1° 2′ (!)
𝔖	$+\frac{2}{5}\frac{4}{5}$	{245}	299	1 Zone 1 Wink.	keine Ang. üb. Flächenbesch.	0′
δ.	$+\frac{3}{14}\frac{6}{7}$	{3.12.14}	303	1 Zone 1 Wink. (2mal gem.)	geht in eine cylindrische, der Kante [140:001] ‖ gekrümmte Fläche über	13′, 34′

*) $-13\{\bar{1}31\}$ bezeichnet Lüdecke S. 259 durch ein * als von ihm herrührend, S. 318 giebt er als Autor Brugnatelli an. Dagegen stammt $-\frac{7}{2}2\{\bar{7}42\}$ von Lüdecke her, vergl. S. 325 und ist S. 260 bei dieser Form * zu setzen.

**) Zone [$\bar{1}$00 : $\bar{1}$11] ist wohl ein Druckfehler für [00$\bar{1}$: $\bar{1}$11].

Unter diesen sind von den sicher bestimmten typischen Formen jedenfalls auszuschliessen:

𝔷 wegen der Differenz von 1° 2′, noch dazu bei dem complicirten Symbole.

δ. wegen Krümmung der Fläche und 13′ resp. 34′ Differenz bei so complicirtem Symbole.

g. und r. dürften als Vicinale anzusprechen sein.

Bei ε., Z, .𝔯, 𝔖 fehlt jede Angabe über Flächenbeschaffenheit, 𝔵 gründet sich auf eine Schimmermessung.

Bei keiner einzigen von allen ist angegeben, dass sie durch Einschneiden und Messen aus zwei Zonen bestimmt sei, trotzdem viele an sehr flächenreichen Krystallen beobachtet sind.

Bei keiner der neuen Formen ist gesagt, wie viele von ihren Flächen entwickelt sind. Die Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung sind bedeutend.

Zur Constatirung bereits bekannter Formen dürften die gemachten Angaben ausreichen, nicht aber zur Einführung neuer Formen.

Einige Anforderungen bei Einführung neuer Formen.

Es möge gestattet sein, einige Punkte besonders hervorzuheben, die bei Einführung neuer Formen zu berücksichtigen sein dürften:

1. Jede neue Fläche ist, wenn möglich, durch mindestens zwei Zonen einzuschneiden und in beiden zu messen.
2. Es ist die Zone durchzumessen und wenn möglich, der Winkel gegen zwei wohlausgebildete Flächen festzulegen. Es kommt vor, dass zwischen der neuen Fläche und der einen, gegen die gemessen ist, eine Unregelmässigkeit im Aufbaue sich findet. Durch Vergleichen der verschiedenen Winkel in der Zone kann eine solche entdeckt werden.
3. Es ist in der Regel durch Durchmessen des ganzen Krystalles festzustellen, ob der Aufbau des Krystalles kein gestörter, oder durch Viellingsbildung complicirter ist, eventuell ob eine vorhandene Störung ausser Beziehung steht mit dem Gebiete, in dem die neue Form liegt.
4. Es sind genaue Angaben über Beschaffenheit der neuen Fläche zu machen. Dies ermöglicht ein Urtheil über Zulassung der Form als neu und sicher gestellt. Ausserdem gehört die Beschaffenheit einer Fläche nothwendig zur Charakterisirung derselben. Beispielsweise deutet eine Streifung auf einen gewissen Zonenverband, Aetzfiguren lassen Schlüsse zu über die Symmetrieverhältnisse u. s. w. Eventuell kann man sogar bei erneuter Beobachtung an der Oberflächenbeschaffenheit die Fläche wieder erkennen. Eigenthümlichkeiten neuer Flächen, als Streifung, Aetzfiguren, Aufsitzen kleiner Pyramiden u. a., sollten mit Beziehung von deren Lage zur Umgrenzung der Fläche angegeben, besser auch abgebildet werden.
5. Aus der Beschreibung soll ein Anhalt über die Güte der Messung zu entnehmen sein. Dazu gehört eine Angabe über die Natur der Reflexe, eventuell Abbildung der Reflexe, sowohl der neuen Fläche, als der Fläche, gegen welche gemessen wurde. Wünschenswerth ist eine Angabe darüber, für wie genau man die Messung hält; ob auf Secunden, auf 1′, 2′, $\frac{1}{2}^0$ oder wie immer.
6. Bei jeder Form ist anzugeben, wie viele Flächen von ihr entwickelt

sind. Ist nur eine Fläche entwickelt, so ist besondere Vorsicht nöthig und die Anforderungen an die Sicherheit der Festlegung zu steigern. Es kann zu leicht eine Vicinalbildung oder sonstige Abnormität vorliegen. Das Hinzutreten auch nur der zweiten zugehörigen Fläche giebt der Bestimmung weit grössere Sicherheit.

7. Es ist anzugeben, an wie vielen Krystallen eine neue Form auftritt. Die Beobachtung an einem zweiten Krystalle giebt der Beobachtung eine wesentliche Stütze, noch mehr die Feststellung an vielen Krystallen. Tritt die Form nur an einem Krystalle und gar nur mit einer Fläche auf, so ist besondere Vorsicht und Exactheit nöthig.

8. Es sind für den Krystall, der die neue Fläche führt, alle Einzelflächen anzugeben. Dies ist besonders bei Flächen mit complicirtem Symbole wichtig, um beurtheilen zu können, ob etwa die neue Fläche als vicinaler Ersatz für eine ausgefallene eingetreten ist.

9. Jede Messung zur Festlegung einer neuen Form ist zu repetiren, bei genäherten Messungen und Schimmermessungen ist eine einzelne Ablesung werthlos. Genäherte Messungen sind zur Einführung neuer Formen nur ganz ausnahmsweise zuzulassen. Zu diesen Ausnahmen gehört der Fall, dass von dem Krystalle gut entwickelte Formen nicht bekannt sind und man sich mit selbst groben Annäherungen begnügen muss. Ausserdem bei grosser Einfachheit des Symbols. Bei Krystallen, von denen man viele Details der Entwickelung exact kennt, sind genäherte Messungen zur Festlegung neuer typischer Formen in der Regel auszuschliessen. Will man sie verwenden, so bedarf es einer speciellen Discussion und Motivirung.

10. Complicirte und grosszahlige Symbole sind als neu nur auf Grund besonders exacter Bestimmung zuzulassen.

11. Da die Elemente derselben Krystallart nicht für den Krystall jedes Fundortes passen, so ist vor Festlegung neuer Formen zu constatiren, wie weit die an dem Krystalle gut entwickelten bekannten Formen mit den untergelegten Elementen übereinstimmen. Besonders nöthig ist die Prüfung der »individuellen« Elemente des vorliegenden Krystalles bei Gliedern einer isomorphen Reihe.

12. Bei auftretenden Abweichungen in den Elementen oder Combinationen des Krystalles ist hierfür die Ursache aufzusuchen. Eventuell ist der Krystall durch andere Mittel als die Messung zu prüfen, ob er das Mineral ist, für das man ihn hält. Wo eine chemische Untersuchung nicht zulässig ist, kann oft eine Bestimmung des spec. Gew. oder eine optische Prüfung Klarheit geben.

Die angeführten Rücksichten sind nichts Neues. Immerhin dürfte es von Werth sein, sie hervorgehoben zu haben, da ihre Berücksichtigung, die leider so oft nicht erfolgt, den Werth der Publication neuer Formen wesentlich erhöhen würde.

Nach dem Gesagten erscheinen Lüdecke's neue Formen einer nochmaligen Prüfung bedürftig. Zunächst ist der Krystall vom Wäschgrund auf seine mineralogische Natur zu untersuchen. Sollte er kein Anglesit sein, so wäre das ein Uebereinstimmen in Combination und Winkeln zwischen zwei Mineralien, das höchst merk-

würdig wäre und in der Krystallographie wohl einzig dastände. Von den übrigen neuen Formen liesse sich wohl ein Theil durch ergänzende Messungen für den Beobachter resp. durch Bekanntgabe solcher für den Leser stützen. Manche wird wohl Lüdecke selbst als unsicher finden, als der Bestätigung bedürftig hinstellen resp. beseitigen.

Ausser den durch Lüdecke eingeführten Formen dürften die der folgenden Tabelle nunmehr für den Datolith als nachgewiesen gelten.

Axenverhältniss: $a : b : c = 0,6329 : 1 : 0,6345$; $\beta = 90^0 9'$.

Die Punkte sind gemäss dem Index 1, 488 gemachten Vorschlage gesetzt und können, solange sich die Buchstaben nicht wiederholen, weggelassen werden.

Nr.	Buchst.:	Miller:	Gdt.:	Beob.*):
1	*a*	{001}	0	Mohs
2	*b*	{010}	0∞	»
3	*c*	{100}	$\infty 0$	»
4	*Ω*	{410}	4∞	Dana
5	*σ*	{210}	2∞	Daub.
6	*t*	{320}	$\frac{3}{2}\infty$	Hausm.
7	*g*	{110}	∞	»
8	*h*	{340}	$\infty\frac{4}{3}$	»
9	*m*	{120}	$\infty 2$	»
10	*S*	{140}	$\infty 4$	Dana
11	*η*	{014}	$0\frac{1}{4}$	»
12	*Δ*	{012}	$0\frac{1}{2}$	»
13	*e*	{023}	$0\frac{2}{3}$	Greg
14	*M*	{011}	01	Hausm.
15	*r*	{032}	$0\frac{3}{2}$	Mohs
16	*o*	{021}	02	Hausm.
17	*l*	{031}	03	Dana
18	*p*	{301}	+30	Dx.
19	*u*	{201}	+20	Hausm.
20	*v*	{302}	$+\frac{3}{2}0$	Kays.
21	*x*	{101}	+10	Hausm.
22	*f*	{203}	$+\frac{2}{3}0$	Miller
23	*φ*	{102}	$+\frac{1}{2}0$	»
24	*s*	{103}	$+\frac{1}{3}0$	»
25	*ψ*	{104}	$+\frac{1}{4}0$	Daub.
26	*z*	$\{\bar{1}04\}$	$-\frac{1}{4}0$	Schröd.
27	*Σ*	$\{\bar{1}03\}$	$-\frac{1}{3}0$	Hesb.
28	*Π*	$\{\bar{1}02\}$	$-\frac{1}{2}0$	Dana
29	𝔤	$\{\bar{2}03\}$	$-\frac{2}{3}0$	Brugn.
30	*ξ*	$\{\bar{1}01\}$	−10	Quenst.
31	𝔞	$\{\bar{2}01\}$	−20	Groth
32	*γ.*	{221}	+2	Miller
33	*A.*	{111}	+1	Brugn.
34	*w.*	{223}	$+\frac{2}{3}$	Miller
35	*ϑ.*	{112}	$+\frac{1}{2}$	Dana
36	*q.*	{113}	$+\frac{1}{3}$	»
37	*ι.*	$\{\bar{1}12\}$	$-\frac{1}{2}$	Dx.
38	*Y.*	$\{\bar{2}23\}$	$-\frac{2}{3}$	Dx.
39	*ε.*	$\{\bar{1}11\}$	−1	Mohs
40	*α.*	$\{\bar{2}21\}$	−2	»
41	*Q.*	{121}	+12	Kays.
42	*T.*	$\{\bar{2}12\}$	$-1\frac{1}{2}$	Dana
43	𝔯.	$\{\bar{1}31\}$	−13	Brugn.
44	*Z.*	{311}	+31	Dx.
45	𝔣.	{522}	$+\frac{5}{2}1$	Brugn.
46	*W.*	{211}	+21	Miller
47	*L.*	{322}	$+\frac{3}{2}1$	Dana
48	*n.*	{122}	$+\frac{1}{2}1$	Haid.
49	*δ.*	{144}	$+\frac{1}{4}1$	Quenst.
50	*ν.*	$\{\bar{1}22\}$	$-\frac{1}{2}1$	Mohs
51	𝔡.	$\{\bar{3}44\}$	$-\frac{3}{4}1$	Quenst.
52	*λ.*	$\{\bar{3}22\}$	$-\frac{3}{2}1$	»
53	*μ.*	$\{\bar{2}11\}$	−21	Mohs
54	*κ.*	$\{\bar{5}22\}$	$-\frac{5}{2}1$	»
55	*ω.*	$\{\bar{3}11\}$	−31	Dana
56	𝔣:	{241}	+24	Miller
57	*X*:	$\{\bar{2}61\}$	−26	Dana
58	𝔥:	{321}	+32	Franz.
59	*U*:	{342}	$+\frac{3}{2}2$	Kays.
60	*β*:	{142}	$+\frac{1}{2}2$	Hausm.
61	*R*:	{184}	$+\frac{1}{4}2$	Dana
62	*B*:	$\{\bar{1}42\}$	$-\frac{1}{2}2$	Hausm.
63	*i*:	$\{\bar{3}42\}$	$-\frac{3}{2}2$	Mohs
64	*C*:	$\{\bar{5}42\}$	$-\frac{5}{2}2$	Emers.
65	*Y*:	{214}	$+\frac{1}{2}\frac{1}{4}$	Dana
66	*H*:	$\{\bar{1}32\}$	$-\frac{1}{2}3$	»
67	*V*:	$\{\bar{1}42\}$	$-\frac{1}{2}4$	»
68	𝔳:	{324}	$+\frac{3}{4}\frac{1}{2}$	Brugn.
69	𝔴:	{524}	$+\frac{5}{4}\frac{1}{2}$	»
70	*A*:	{312}	$+\frac{3}{2}\frac{1}{2}$	Dx.
71	*D*:	{362}	$+\frac{3}{2}3$	Dana
72	*J*:	$\{\bar{1}.12.4\}$	$-\frac{1}{4}3$	»
73	*O*:	$\{\bar{9}.12.4\}$	$-\frac{9}{4}3$	Lehm.
74	*F*:	$\{\bar{1}\bar{2}.15.5\}$	$-\frac{12}{5}3$	Dana
75	*E*:	$\{\bar{4}21\}$	−43	»
76	*N*:	{123}	$+\frac{1}{3}\frac{2}{3}$	»
77	*Γ*:	{213}	$+\frac{2}{3}\frac{1}{3}$	»
78	*ζ*:	$\{\bar{1}.4.12\}$	$-\frac{1}{12}\frac{1}{3}$	Dx.
79	*K*:	$\{\bar{4}51\}$	−45	Dana
80	*π*:	$\{\bar{1}64\}$	$-\frac{1}{4}\frac{3}{2}$	Mohs
81	j:	{243}	$+\frac{2}{3}\frac{4}{3}$	Franz.
82	*G*:	{891}	−89	Dana
83	*χ*:	{235}	$+\frac{2}{5}\frac{3}{5}$	Daub.

*) Erster Beobachter nach Lüdecke.

Den meisten Raum in **Lüdecke's** Arbeit nimmt die Zusammenstellung der Nachrichten über die einzelnen Formen (260—329), sowie über die einzelnen Fundorte (329—389) ein. Die auszugsweise Wiedergabe dieser in der Hauptsache selbst referirenden Theile der Arbeit würde zu weit führen. Zum Schlusse sind die optischen, thermischen und chemischen Beobachtungen am Datolith kurz zusammengestellt.

Erwünscht wäre eine ausführliche Winkeltabelle gewesen, die der Arbeit fehlt und die doch wohl zu den wesentlichen Bestandtheilen einer Monographie gehört.

Ref. benutzt die Gelegenheit, sich gegen einige Ausstellungen zu verantworten, die Lüdecke in der besprochenen Schrift gegen Angaben des Index der Krystallformen gemacht hat.

Er sagt:

S. 251 . . . . »ferner giebt er (Gdt.) $\alpha = \bar{2}01$, woher er es hat, giebt er nicht an«.

S. 281 »Goldschmidt führt in seinem Index diese Fläche auf, woher er sie hat, konnte ich nicht finden«.

»b, $\bar{4}01$, $4P\infty$ Goldschmidt, woher er diese Fläche hat, ist mir nicht bekannt geworden, auch habe ich dieselbe weder selbst, noch irgend ein Autor beobachtet«.

Sowohl $\bar{2}01$ als $\bar{4}01$ finden sich Groth Strassb. Samml. 1878 188 beim Haytorit. Daher hat Ref. sie entnommen, auch die Schrift citirt.

S. 251 ». . Mit dem Buchstaben $f = 203$ und $f = 241$ ist ihm dasselbe passirt, was er in seinem Druckfehlerverzeichniss Dana bezüglich S aufgemutzt hat«.

S. 285 »Goldschmidt giebt der Fläche den Buchstaben $f = 241$ und vergisst, dass er f schon für 203 verwandt hat«.

In der That ist zu lesen: $\dot{f} = 241$ statt $f = 241$ (Druckfehler).

S. 251 »Nr. 72 nennt Goldschmidt überflüssiger Weise A, während Des Cloizeaux diese Fläche $\eta = d^{\frac{1}{5}} d^{\frac{1}{7}} h^{\frac{1}{2}} = 312$ *Rm* mit η bezeichnet hat«.

Der Buchstabe η war von Dana für $0\frac{1}{4}$ (014) verwendet. Ref. hat sich mit der Buchstabenbezeichnung Dana angeschlossen, wie S. 488 noch besonders hervorgehoben. So musste für 312 ein anderer Buchstabe genommen werden.

S. 252 »Und nun die Goldschmidt'schen Zeichen selbst:

Man vergleiche: $+P\infty$ Naum. $= -10$ Goldschmidt und
$+10P$ - $= -10$ -
$+21P$ - $= -21$ - und
$+2P2$ - $= -21$ -

»Es lassen sich diese Zeichen durchaus nicht voneinander unterscheiden, daher ist denn diese Bezeichnungsweise, die ohnehin complicirter als die Miller'sche ist, erst immer einer Erläuterung bedürftig und allein für sich nicht verwerthbar«.

Dagegen ist zu sagen, dass ich für $+10P$ (Naum.) nicht -10 schreibe, sondern -10.10. Ebenso für $+21P$ (Naum.) nicht -21, sondern -21.21.

Wo in dem Symbol zwei gleiche Zahlen auftreten, wurde zur Abkürzung nur eine geschrieben; das hat den Vortheil der erhöhten Kürze und Uebersichtlichkeit. Also 2 für 22 u. s. w. Es versteht sich von selbst, dass, wo eine solche Abkürzung zu Verwechselungen führen könnte, sie nicht angewendet werden darf. In dem Falle ist das Symbol auszuschreiben. Mit dem Anwenden oder Unterlassen dieser Abkürzung ist das Wesen der Symbole natürlich nicht getroffen. Hätte übrigens Lüdecke nur ein solches Symbol im Index nachgeschlagen, z. B. —10.10, —13.13 beim Calcit, so hätte er die Antwort auf seinen Einwand selber gefunden.

Um jedoch jeden Zweifel zu beseitigen, wolle man Index Bd. 1, S. 13 nach Zeile 11 zufügen:

»Bei zweizifferigen Symbolen ist diese Abkürzung nicht statthaft, da sonst Verwechselungen möglich wären. Wir schreiben 2 statt 22; $\frac{1}{2}$ statt $\frac{1}{2}\frac{1}{2}$, dagegen müssen wir ausschreiben 12.12 zur Vermeidung der Verwechselung mit 12. Symbole, die aus zwei gleichen zweizifferigen ganzen Zahlen bestehen, sind sehr selten«.

Analog ist folgender Fall: Bei Miller'schen Symbolen schreibt man {325}. Eine Abkürzung für {3.2.5}, die solange erlaubt ist, als kein Irrthum entstehen kann. Bei zweizifferigen Zahlen muss man Punkte dazwischen setzen, z. B. {5.15.8}, nicht {5158} u. s. w., was zu Verwechselungen führen kann mit {51.5.8} oder {5.1.58} statt {5.15.8}. Man wird deshalb die Miller'schen Symbole nicht für mehrdeutig erklären, selbst, wenn es, z.B. bei Lüdecke S. 258 u. a. mehrfach vorkommt, dass die unterscheidenden Punkte fehlen, wo sie nöthig wären.

S. 252 »Goldschmidt giebt als neu $Z = 311 = +31$; diese Fläche hat bereits Des Cloizeaux wahrscheinlich aus Zonenverbänden bestimmt $\chi. = d^{\frac{1}{5}} d^{\frac{1}{4}} h^1 = 311$ Rammelsberg. Dana hat sie weggelassen und Goldschmidt folgt demselben hierin«.

In der That habe ich die Form direct von Des Cloizeaux genommen; allerdings ohne dessen Buchstaben χ daneben zu stellen, was zu ergänzen ist. Ich habe übrigens nirgends gesagt, dass ich die Form als neu aufstelle.

S. 252 »Goldschmidt und Dana haben beide die beiden Des Cloizeaux' schen Flächen x und w als eine behandelt. Sie transponiren beide Zeichen in $w = 223$«.

Im Index sind beide Formen aufgeführt. $+\frac{2}{3}$, $-\frac{2}{3}$. Beide sind von Des Cloizeaux genommen, allerdings ohne dessen Buchstaben w neben $-\frac{2}{3}$ zu stellen, was zu ergänzen ist.

S. 375 »Brugnatelli hat einige Buchstaben für Flächen angenommen, welche Goldschmidt irrthümlich angegeben hat, so nennt er die Basis $a = \{001\}$, während die meisten der Datolithbeschreiber $c = \{001\}$ nennen, $a = \{100\}$ nennt er dann natürlich c«.

Die Buchstabenbezeichnung ist die von Dana, dem Ref. überhaupt, wie oben erwähnt, hierin gefolgt ist.

S. 375 »Nun folgt er Goldschmidt in das Gewirre der Druckfehler; dieser

giebt *a* Gdt. = {$\bar{1}$11}, während G. selbst consequenter Weise {$\bar{2}$21} schreiben wollte (vergl. Zft. f. Kryst. **18**, 387 Verbesserung von Goldschmidt, auf welche er durch Riechelmann, Zft. f. Kryst. **12**, 437 und den Autor Zft. f. Naturw. **59**, 653 aufmerksam gemacht war). Natürlich nimmt er auch *Y* {121} statt *Q*, was die Mehrzahl der Früheren gebraucht haben.«

Diese Sache schien Ref. durch die oben von Lüdecke citirte Verbesserung erledigt, der Druckfehler unschädlich gemacht. Lüdecke zieht aber den Schluss:

S. 375 »Man sieht hier recht deutlich, wie viel Unglück ein derartiger Index, dessen Angaben wegen Mangel der Winkel man nicht controliren kann, anrichten kann«.

Die Angaben des Index lassen sich in jedem Punkte aufs Genaueste controliren. Es ist nicht nur die Literatur, aus der geschöpft wurde, vollständig citirt (dort kann man auch die Winkel finden), sondern es ist noch die Identification der Buchstaben, sowie für jede angewandte Aufstellung Axenverhältniss und Transformation gegeben. Ref. kann vielmehr getrost behaupten, dass der Index klärend auf die Formenangaben gewirkt hat und weiter wirken wird, indem in ihm eine kritische Sichtung theils durchgeführt, theils angebahnt ist; ausserdem gerade dadurch, dass in ihm die Angaben so durchsichtig klar dastehen, dass sich Fehler nicht verstecken können.

S. 375 »Drastisch ist das Schicksal der Fläche $x = \{101\}$. Brugnatelli bezeichnet sie mit $\varphi = \{201\}$, transponirt solche in das Rammelsberg'sche Zeichen {102} und hat nun so eine Fläche im Verzeichniss, die gar nicht an Datolithen von Serra dei Zanchetti vorkommt. Warum nennt er diese Fläche φ nicht x mit der Mehrzahl der Autoren?«

Bei Brugnatelli liegt ein Versehen bei Umrechnung in das Symbol nach Rammelsberg vor. Zu dem irrthümlich identificirten {102} Rbg. nahm er den Buchstaben φ. Es ist zu corrigiren:

Zeitschr. f. Kryst. 1888, **18**, 153 Z. 13 v.o. lies x {201} statt φ {201}
- - 1888, **18**, 153 - 13 - - - {101} —$P\infty$ - {101} —$\frac{1}{2}P\infty$.

Ref.: V. Goldschmidt.

2. O. Herschenz (früher in Halle a/S.): **Untersuchungen über Harzer Baryte** (Zeitschr. für Naturwissensch. Halle 1888, **61**, 143 ff.). In dem ersten Theile giebt der Verf. eine kurze Schilderung der Entwickelung der krystallographischen Auffassungsweisen des Baryts; er schliesst sich der Aufstellung an, welche Haüy zuerst angegeben hat und welche z. B. für die böhmischen Baryte (Dauber) das Axenverhältniss $a : b : c = 0{,}81479 : 1 : 1{,}31273$ ergiebt.

Sodann zählt er die 96 bis jetzt an diesem Minerale bekannten Formen auf:

1. Pinakoide.	2. Prismen.
1. P {001} $0P$ + *)	4. {150} $\infty\bar{P}5$
2. k {010} $\infty\bar{P}\infty$ +	5. L {140} $\infty\bar{P}4$
3. s {100} $\infty\bar{P}\infty$ +	6. χ {130} $\infty\bar{P}3$ +

*) Diejenigen Flächen, hinter welchen ein + steht, kommen an den Baryten des Harzes vor.

7. $n\{120\}\ \infty\breve{P}2$ +
8. $N\{230\}\ \infty\breve{P}\frac{3}{2}$
9. $M\{110\}\ \infty P$ +
10. $h\{540\}\ \infty\bar{P}\frac{5}{4}$
11. $t\{320\}\ \infty\bar{P}\frac{3}{2}$
12. $\{530\}\ \infty\bar{P}\frac{5}{3}$
13. $p\{210\}\ \infty\bar{P}2$
14. $\lambda\{310\}\ \infty\bar{P}3$
15. $\tau\{410\}\ \infty\bar{P}4$

3. Makrodomen.

16. $W\{108\}\ \frac{1}{8}\bar{P}\infty$
17. $w\{106\}\ \frac{1}{6}\bar{P}\infty$ +
18. $r\{105\}\ \frac{1}{5}\bar{P}\infty$ +
19. $l\{104\}\ \frac{1}{4}\bar{P}\infty$ +
20. $g\{103\}\ \frac{1}{3}\bar{P}\infty$ +
21. $\varkappa\{205\}\ \frac{2}{5}\bar{P}\infty$ +
22. $V\{307\}\ \frac{3}{7}\bar{P}\infty$* +
23. $d\{102\}\ \frac{1}{2}\bar{P}\infty$ +
24. $\sigma\{508\}\ \frac{5}{8}\bar{P}\infty$ +
25. $\{203\}\ \frac{2}{3}\bar{P}\infty$
26. $S\{405\}\ \frac{4}{5}\bar{P}\infty$* +
27. $u'\{23.0.24\}\ \frac{23}{24}\bar{P}\infty$
28. $u\{101\}\ \bar{P}\infty$ +
29. $D\{302\}\ \frac{3}{2}\bar{P}\infty$ +
30. $j\{201\}\ 2\bar{P}\infty$

4. Brachydomen.

31. $\alpha\{018\}\ \frac{1}{8}\breve{P}\infty$
32. $\{013\}\ \frac{1}{3}\breve{P}\infty$
33. $e\{012\}\ \frac{1}{2}\breve{P}\infty$
34. $\{056\}\ \frac{5}{6}\breve{P}\infty$
35. $\varepsilon\{089\}\ \frac{8}{9}\breve{P}\infty$
36. $o\{011\}\ \breve{P}\infty$ +
37. $i\{021\}\ 2\breve{P}\infty$
38. $\{031\}\ 3\breve{P}\infty$
39. $\{041\}\ 4\breve{P}\infty$
40. $\{051\}\ 5\breve{P}\infty$
41. $\{0.11.2\}\ \frac{11}{2}\breve{P}\infty$
42. $\{0.10.1\}\ 10\breve{P}\infty$

5. Pyramiden der Hauptreihe.

43. $\mathfrak{i}\{1.1.25\}\ \frac{1}{25}P$ +
44. $\{1.1.20\}\ \frac{1}{20}P$ +
45. $H\{119\}\ \frac{1}{9}P$
46. $a\{118\}\ \frac{1}{8}P$
47. $F\{116\}\ \frac{1}{6}P$
48. $v\{115\}\ \frac{1}{5}P$
49. $q\{114\}\ \frac{1}{4}P$
50. $f\{113\}\ \frac{1}{3}P$ +
51. $b\{112\}\ \frac{1}{2}P$
52. $b'\{223\}\ \frac{2}{3}P$
53. $\{334\}\ \frac{3}{4}P$
54. $z\{111\}\ P$ +
55. $\{221\}\ 2P$
56. $\{441\}\ 4P$

6. Brachypyramiden.

57. $\mathfrak{b}\{1.2.40\}\ \frac{1}{20}\breve{P}2$ +
58. $\{128\}\ \frac{1}{4}\breve{P}2$
59. $\mu\{124\}\ \frac{1}{2}\breve{P}2$ +
60. $y\{122\}\ \breve{P}2$ +
61. $\{364\}\ \frac{3}{2}\breve{P}2$
62. $\beta\{121\}\ 2\breve{P}2$
63. $\{362\}\ 3\breve{P}2$
64. $\{136\}\ \frac{1}{2}\breve{P}3$
65. $G\{135\}\ \frac{3}{5}\breve{P}3$
66. $\psi\{133\}\ \breve{P}3$
67. $x\{132\}\ \frac{3}{2}\breve{P}3$
68. $\theta\{131\}\ 3\breve{P}3$
69. $8\{276\}\ \frac{7}{6}\breve{P}\frac{7}{2}$
70. $\{146\}\ \frac{2}{3}\breve{P}4$
71. $m\{144\}\ \breve{P}4$
72. $\zeta\{142\}\ 2\breve{P}4$ +
73. $\theta^1\{141\}\ 4\breve{P}4$
74. $m'\{155\}\ \breve{P}5$
75. $\{154\}\ \frac{5}{4}\breve{P}5$
76. $\theta^2\{151\}\ 5\breve{P}5$
77. $\{166\}\ \breve{P}6$
78. $Y\{177\}\ \breve{P}7$* +
79. $\vartheta\{176\}\ \frac{7}{6}\breve{P}7$
80. $\Gamma\{1.8.12\}\ \frac{2}{3}\breve{P}8$

7. Makropyramiden.

81. $\nu\{212\}\ \bar{P}2$
82. $\{211\}\ 2\bar{P}2$
83. $\Delta\{524\}\ \frac{5}{4}\bar{P}\frac{5}{2}$
84. $\nu'\{313\}\ \bar{P}3$
85. $\omega\{12.4.9\}\ \frac{4}{3}\bar{P}3$* +
86. $\gamma\{312\}\ \frac{3}{2}\bar{P}3$
87. $\{11.3.6\}\ \frac{11}{6}\bar{P}\frac{11}{3}$
88. $\delta\{414\}\ \bar{P}4$
89. $\pi\{28.7.24\}\ \frac{7}{6}\bar{P}4$
90. $\pi'\{15.3.10\}\ \frac{3}{2}\bar{P}5$
91. $\Pi\{55.11.30\}\ \frac{11}{6}\bar{P}5$
92. $\{718\}\ \frac{7}{8}\bar{P}7$
93. $\{14.2.9\}\ \frac{14}{9}\bar{P}7$
94. $\Pi_{,}\{56.8.35\}\ \frac{8}{5}\bar{P}7$
95. $\{916\}\ \frac{3}{2}\bar{P}9$
96. $\Pi_{,,}\{10.1.7\}\ \frac{10}{7}\bar{P}10$

Der zweite Theil umfasst eine Schilderung der einzelnen Harzer Vorkommen; Verf. beginnt mit denjenigen des Culmplateaus von Clausthal. Hier treten bekanntlich in der Culmgrauwacke Erzgänge auf, welche hauptsächlich Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies, Quarz, Kalkspath, Schwerspath und Spatheisenstein führen; früher unterschied v. Groddeck ein nordöstliches Spaltensystem, welchem vorzüglich der Kalkspath eigenthümlich ist und ein südöstliches, welchem besonders der Baryt angehört; neuerdings brachte*) derselbe Autor diese verschiedene Füllung der Gänge in Zusammenhang mit dem verschiedenen Alter der Grauwacke; im NO herrscht nämlich die ältere Conglomerat-freie Clausthaler Grauwacke vor und südwestlich die Grunder, Conglomerat-führende; die Baryte sollen nur in den, in den letzteren aufsetzenden Gängen vorhanden sein.

Auch in der Clausthaler Grauwacke findet sich, jedoch nur hier und da, Baryt; die Altersfolge der Mineralien ist hier:

1. Quarz, 2. Bleiglanz, Blende, Kupferkies, Fahlerz, 3. jüngerer Kalkspath, Zundererz und Bournonit.

Häufiger sind die Baryte im Gebiete der Grunder jüngeren Grauwacke; hier finden sie sich auf dem Silbernaaler, dem Rosenhöfer Zuge und auf den nördlich von diesem liegenden Zuge, soweit die Gänge westlich von der Innerste liegen; hier ist die Altersfolge der mitbrechenden Mineralien: 1. Bleiglanz und Spatheisenstein, 2. Fahlerz mit Kupferkies-Ueberzug und Bournonit, 3. älterer Baryt, 4. Kupferkies, 5. Perlspath, 6. Kammkies, 7. jüngerer Kalkspath; hierzu kommt Quarz, Siderit und Eisenkies von verschiedenem Alter; der Baryt lässt gewöhnlich zwei Generationen erkennen; der »ältere« ist der krummschalige Baryt Werner's (milchweiss oder röthlich, selten dicht); der jüngere Baryt sitzt auf dem älteren in deutlichen tafelförmigen wasserhellen Krystallen.

Die Vorkommen der Clausthaler Gänge.

Baryt aus dem Lautenthal-Hahnenkleer Zuge (Ausgehendes des Lautenthalsglücker Ganges) ist vom Verf. nicht beschrieben worden.

In den Drusen der Grunder Grauwacke des Hütschenthaler Ganges findet folgende Altersfolge statt: 1. Quarz, 2. Siderit, 3. Kupferkies, 4. Kammkies, 5. jüngerer Baryt; die Krystalle sind öfters als Baryt von Wildemann bezeichnet. Die Hallenser Sammlung besitzt Handstücke mit folgenden Combinationen**):

1. $P\{001\}$, $d\{102\}$, $M\{110\}$, $o\{011\}$, $l\{104\}$.
2. $P\{001\}$, $d\{102\}$, $o\{011\}$, $M\{110\}$, $l\{104\}$, $z\{111\}$, $y\{122\}$.
3. $P\{001\}$, $o\{011\}$, $d\{102\}$, $M\{110\}$, $l\{104\}$, $z\{111\}$, $y\{122\}$, $u\{101\}$.

Zahlreiche Messungen ergaben für diese Krystalle das Axenverhältniss

$$a : b : c = 0,81470 : 1 : 1,31191.$$

Andere Krystalle zeigten die sehr einfache Combination $d\{102\}$, $o\{011\}$, oder auch noch neben diesen $M\{110\}$ und $z\{111\}$; die Krystalle sind so dicht neben einander gelagert, dass sie den Eindruck eines zierlichen, feinen Flechtwerkes hervorrufen; ein einzelner recht regelmässig gebildeter Krystall dieser Stufe zeigte die Combination: $d\{102\}$, $o\{011\}$, $M\{110\}$, $z\{111\}$, $k\{010\}$, $y\{122\}$,

*) Anmerkung des Referenten.

**) Die Flächen sind so angeordnet, dass die gross ausgebildeten voran stehen, die zurücktretenden folgen.

$u\{101\}$, $P\{001\}$, $l\{104\}$; die ziemlich genaue Messung ergab hier das merkwürdige Resultat, dass diesen jüngeren Baryten des Hütschenthaler Zuges ein anderes Axenverhältniss zukommt als den vorher erwähnten älteren:

$$a:b:c = 0,81482:1:1,31300.$$

Endlich kommt auf diesem Zuge noch die Combination $P\{001\}$, $d\{102\}$, $M\{110\}$, $o\{011\}$ vor.

Auf dem Zellerfelder Hauptzuge hat besonders der 13-Lachterstollen, der neue St. Joachim, der 19-Lachterstollen, der Ernst August, und der Charlotter Schacht Krystalle geliefert.

Auf dem 13-Lachterstollen zeigten die Krystalle das Axenverhältniss $a:b:c = 0,81433:1:1,31191$ und die Combinationen 1. $d\{102\}$, $M\{110\}$, $z\{111\}$, $k\{010\}$, $P\{001\}$, $l\{104\}$, $u\{101\}$; 2. dazu kam hier noch $s\{100\}$, $k\{010\}$ fehlte. 3. $d\{102\}$, $M\{110\}$, $P\{001\}$, $o\{011\}$, $s\{100\}$, $u\{101\}$, $l\{104\}$, $z\{111\}$, $y\{122\}$, $k\{010\}$ und 4. $d\{102\}$, $M\{110\}$, $o\{011\}$, $l\{104\}$, $P\{001\}$, $s\{100\}$, $z\{111\}$, $u\{101\}$, $D\{302\}$; letztere Fläche wurde durch ihre Lage in der Zone [100 : 101] und die Winkel

	Berechnet:	Gemessen:
(100):(302) =	22° 28,'8	22° 29,'1
(302):(101) =	9 20,9	9 18,6

charakterisirt, auch findet sich die am Harze sonst seltene Tafelform: $P\{001\}$, $M\{110\}$, $d\{102\}$, $o\{011\}$, $k\{010\}$; andere ähnliche Krystalle zeigten noch $\mu\{124\}$, $l\{104\}$, $s\{100\}$, $y\{122\}$, $z\{111\}$.

Die Fläche $\mu\{124\}$ war durch ihre Lage in der Zone $[o(011):d(102)]$ und den Winkel

	Berechnet:	Gemessen:
(011):(124) =	26° 38,'9	26° 40,'5

hinreichend fest bestimmt.

Auf dem 19-Lachterstollen finden sich vorzüglich die Combinationen 1. $P\{001\}$, $d\{102\}$, $o\{011\}$, $M\{110\}$, $s\{100\}$, $z\{111\}$, $y\{122\}$; 2. dieselben ohne y, aber dafür mit $l\{104\}$ und 3. dieselben Flächen wie 1., aber noch mit $k\{010\}$ und $u\{101\}$; sie waren dicktafelig, etwas nach der Makrodiagonale gestreckt; eigenthümlich war die ansehnliche Grösse der einen Fläche $s\{100\}$ auf der einen Seite; die zahlreichen Messungen ergaben das Axenverhältniss

$$a:b:c = 0,81375:1:1,31142.$$

Vom Ernst Augustschachte lagen grössere (20 mm) Krystalle vor, welche $P\{001\}$ und $M\{110\}$ ziemlich gross zeigten; daneben fanden sich noch $d\{102\}$, $u\{101\}$, $o\{011\}$, $k\{010\}$, $l\{104\}$.

Der Charlotter-Schacht ergab die sehr einfachen Formen $d\{102\}$ und $o\{011\}$.

Schliesslich beschreibt der Verf. noch Krystalle, welche die allgemeine Bezeichnung vom »Zellerfelder Hauptgange« trugen, welche aber wahrscheinlich — wie die Messungen, welche nahezu dasselbe Axenverhältniss $a:b:c = 0,81435:1:1,31191$ wie vom 13-Lachterstollen ergaben, zeigen — von diesem Fundorte stammen. Es waren die Combinationen: $P\{001\}$, $d\{102\}$, $o\{011\}$, $M\{110\}$, $u\{101\}$, $l\{104\}$ und eine andere, welche noch $z\{111\}$ und $y\{122\}$ zeigte.

Nach den Angaben von Zimmermann (das Harzgebirge) bricht Baryt auch

auf dem Burgstädter Zuge auf den Gruben Dorothea, Elisabeth, Anna Eleonore und Margaretha (letztere nach Vorkommen der Bergakademie zu Clausthal).

Am häufigsten ist der Baryt auf dem Rosenhöfer Zuge auf den Gruben Alter Segen, Silber-Segen, Braune Lilie, Zilla und 3 Könige.

Die Krystalle der Grube Zilla nähern sich in ihren Combinationen denjenigen vom 19-Lachterstollen: $P\{001\}$, $d\{102\}$, $o\{011\}$, $M\{110\}$, $u\{101\}$, $z\{111\}$, $s\{100\}$, $l\{104\}$, $y\{122\}$, $k\{010\}$, $f\{113\}$; das aus den Messungen des Referenten berechnete Axenverhältniss lautet:

$$a : b : c = 0{,}81384 : 1 : 1{,}31191.$$

Von der Grube Braune Lilie fand sich die Combination $P\{001\}$, $M\{110\}$, $d\{102\}$, $u\{101\}$, (? $\{116\}$). Auch (?) Zwillingskrystalle fanden sich.

Die Grube Alter Segen bei Clausthal hat wundervoll wasserklare, durchsichtige Krystalle der Combination: $P\{001\}$, $d\{102\}$, $o\{011\}$, $M\{110\}$, $u\{101\}$, $z\{111\}$, $s\{100\}$, $l\{104\}$, $y\{122\}$, $D\{302\}$, $i\{1.1.25\}$, $s\{405\}$ geliefert; an einzelnen tritt $P\{001\}$ sehr zurück; sie ähneln den vom 19-Lachterstollen und von der Zilla beschriebenen sehr; $P\{001\}$ und $d\{102\}$ sind hier parallel der Axe b gestreift. Aus den Messungen des Ref. folgt das Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0{,}81382 : 1 : 1{,}31221.$$

Die neue Fläche $i\{1.1.25\}$ lag in der Zone [001 : 111]. Ausserdem wurde gemessen:

	Berechnet:	Gemessen:
(001):(1.1.25) =	4° 45,'2	4° 30'

Die Flächen $D\{302\}$, $s\{405\}$ und $u\{101\}$ bildeten ebenfalls eine Zone; es war

	Berechnet:	Gemessen:
(302):(101) =	9° 20,'6	9° 7'
(100):(302) =	22 27,8	22 34
(302):(30$\bar{2}$) =	44 55,6	45 8
(405):(100) =	37 47,1	38 13
(405):(101) =	5 58,7	6 24

Daneben finden sich auch einfachere Krystalle: »flache nach $d\{102\}$ verlängerte Tafeln, mit meist schwach gekrümmten, unebenen, wachsmatten Flächen«. Nach Zimmermann ist dies die gewöhnlichste Art des Vorkommens; sie zeigen $P\{001\}$, $d\{102\}$, $o\{011\}$; an einzelnen kam neu dazu noch $M\{110\}$ und $z\{111\}$. Eine vierte Art des Vorkommens war durch das Auftreten einer neuen Pyramide $\omega\{12.4.9\}$ ausgezeichnet; daneben fanden sich noch $P\{001\}$, $M\{110\}$, $d\{102\}$, $o\{011\}$, $\chi\{130\}$, $k\{010\}$.

	Berechnet:	Gemessen:
(110):(130) =	28° 35,'2	28° 34,'8
(010):(130) =	22 16,4	22 14,2
(010):(12.4.9) =	76 10,9	76 24
(001):(12.4.9) =	65 49,4	65 46
(12.4.9):(12.4.$\bar{9}$) =	48 21,2	48 56
(110):(12.4.9) =	33 31,4	33 56

Mit Siderit-Rhomboëdern und Bleiglanz $\{100\}\{111\}$ findet sich der Baryt auf der Grube »3 Könige« in der Combination $P\{001\}$, $d\{102\}$, $o\{011\}$, und

am Meinersberge auf der Fortsetzung des Rosenhöfer Zuges »mit splitterigem Spatheisenstein und Kupferkies auf dem tiefen Georgstollen von bläulicher Farbe sehr schön büschelig und blumenkohlartig gruppirt«.

Auf dem Silbernaaler Zuge führen die Gruben Hülfe Gottes und Bergwerkswohlfahrt neben derbem Baryt auch Krystalle; dieselben sind rosenroth und wurden die Winkel vom Ref. gemessen, aus welchem der Autor das Axenverhältniss $a : b : c = 0,81407 : 1 : 1,31167$ berechnete. Die Krystalle zeigten folgende Combination: $P\{001\}$, $M\{110\}$, $d\{102\}$, $o\{011\}$, $u\{101\}$, $z\{111\}$, $y\{122\}$, $f\{113\}$, $k\{010\}$, $n\{120\}$, $Y\{177\}$; die letzte Fläche ist neu; $o\{011\}$ zeigte ein getropftes Aussehen.

	Berechnet:	Gemessen:
(001):(122)	= 56° 58',8	57° 0'
(001):(113)	= 34 42,2	34 50
(011):(122)	= 26 2,2	26 0,5
(011):(111)	= 44 19,8	44 24
(011):(177)	= 7 56,7	7 57
(111):(177)	= 36 23,1	36 19

An einem Krystalle, dessen Handstück die allgemeine Bezeichnung »Clausthal« trug, constatirte der Ref. durch Messung die Anwesenheit der seltenen Fläche $g\{103\}$ neben $P\{001\}$, $d\{102\}$, $o\{011\}$, $l\{104\}$ und $u\{101\}$.

	Berechnet:	Gemessen:
(104):(001)	= 21° 57'	21° 56'
(104):(103)	= 6 18,1	6 9
(103):(102)	= 10 37,1	10 37

An noch anderen, welche den Ibergern nahe kommen, deren Fundort jedoch unsicher ist, fand der Autor neben $P\{001\}$, $d\{102\}$, $k\{010\}$, $l\{104\}$, $M\{110\}$, $o\{011\}$, $z\{111\}$ noch die seltenen Formen $\zeta\{142\}$ und $\mu\{124\}$.

$$a : b : c = 0,81462 : 1 : 1,31185.$$

	Berechnet:	Gemessen:
(124):(010)	= 58° 40',9	58° 40',2
(124):(104)	= 31 19,1	31 18
(142):(010)	= 26 4,5	26 4,4
(14$\bar{2}$):(010)	= 26 4,5	26 5
(142):(001)	= 69 58,8	69 55
(142):(14$\bar{2}$)	= 40 2,4	40 4
(142):(110)	= 38 38,8	38 39

An Flächenreichthum übertreffen die Krystalle vom Iberg bei Grund alle anderen; es wurden eine Reihe seltener anderweitig schon bekannter Flächen neben drei für den Baryt überhaupt neuen constatirt.

Die oberdevonische Kalkmasse des Iberges wird überall von Eisensteinmassen (Spatheisen und Brauneisen) durchschwärmt, welche gewöhnlich in unregelmässig gestalteten Nestern und Butzen vorkommen, seltener gangartig auftreten.

Die gewöhnliche Altersfolge ist 1. Quarz, 2. Siderit, 3. Kupferkies, 4. Baryt oder 1. Quarz, 2. Markasit, 3. Kalkspath, 4. Baryt. Auf den am südlichen Abhange des Iberges auftretenden Gängen hat man im Niveau des Magdeburger Stollens silberhaltigen Bleiglanz und Kupferkies angetroffen; häufig sind die Barytkrystalle mit einem Ueberzuge von Brauneisen bedeckt, fast stets durch deutliche

Streifung und Rundung der Makrodomen, grössere Ausbildung des Brachypinakoids bei vorherrschender Basis gekennzeichnet. Neben den Formen $P\{001\}$, $k\{010\}$, $d\{102\}$, $M\{110\}$, $u\{101\}$ fand sich an einem Krystalle die seltene $D\{302\}$.

	Berechnet:	Gemessen:
$(302):(30\bar{2})$ =	$44^0 56,'5$	$45^0 17'$
$(302):(101)$ =	9 20,8	9 9

Andere zeigten neben den zuerst genannten Formen noch $o\{011\}$, $y\{122\}$ und $l\{104\}$; noch andere zeigten dieselben Formen wie der erste Krystall, aber $u\{101\}$ nicht, dafür aber $l\{104\}$ und $s\{100\}$. Hier zeigt es sich, dass der Krystall an der Fläche k sich in kleinere Krystalle auflöst, welche dieselben Flächen wie der grosse Krystall zeigen und alle dem grossen vollständig parallel gestellt sind, wie das Zusammenspiegeln der einzelnen Flächen auf das Deutlichste zeigt. An einem ähnlichen Krystalle (Combination $\{001\}$, $\{102\}$, $\{104\}$, $\{011\}$, $\{101\}$, $x\{205\}$, $V\{307\}$) wurden die beiden Formen $\{205\}$ und $\{307\}$ beobachtet; letztere ist **neu**.

	Berechnet:	Gemessen:
$(001):(205)$ =	$32^0 48,'6$	$33^0 45'$
$(104):(205)$ =	10 51,8	11 18,2
$(104):(307)$ =	21 41,3	12 41,4
$(307):(102)$ =	4 13,8	4 27

Auch die Pyramiden $y\{122\}$, $z\{111\}$ und $\mu\{124\}$ fanden sich an diesen Krystallen.

Ein zweiter Typus der Krystalle vom Iberg hat $k\{010\}$ *nicht*; sie sind wachsartig und sitzen auf derbem Schwerspath und Eisenspath auf: $P\{001\}$, $d\{102\}$, $o\{011\}$, $M\{110\}$, $l\{104\}$, $u\{101\}$, $y\{122\}$. Eine Stufe aus der früheren Hessenberg'schen Sammlung zeigt die Altersfolge 1. Quarz, 2. feindrusiges Brauneisen, 3. Markasit, 4. Baryt in folgender Combination: $P\{001\}$, $k\{010\}$, $l\{104\}$, $d\{102\}$, $M\{110\}$, $o\{011\}$, $u\{101\}$, $y\{122\}$, $\zeta\{142\}$, $z\{111\}$, $\mu\{124\}$.

	Berechnet:	Gemessen:
$(122):(12\bar{2})$ =	$66^0\ 3,'2$	$66^0\ 0,'2$
$(122):(102)$ =	45 34,4	45 35,1
$(010):(142)$ =	26 6,6	26 11
$(142):(102)$ =	63 53,4	63 37,2
$(124):(010)$ =	58 42,9	58 28
$(124):(104)$ =	31 17,1	31 45,5
$(124):(001)$ =	37 33,9	37 28
$(122):(124)$ =	19 24,5	19 22,7

Ein dritter Typus sind die nach $P\{001\}$ tafeligen Krystalle der Combination $P\{001\}$, $d\{102\}$, $o\{011\}$, $l\{104\}$, $M\{110\}$; daneben finden sich noch hier und da $z\{111\}$, $s\{100\}$, $f\{113\}$, $u\{101\}$, $\mu\{124\}$, $\zeta\{142\}$, $\sigma\{508\}$, $w\{106\}$, $\mathfrak{b}\{1.2.40\}$. Das Axenverhältniss berechnete der Autor zu

$$a : b : c = 0,81292 : 1 : 1,31027$$

aus zahlreichen Messungen, von welchen wir nur die zur Bestimmung der selteneren Flächen gegebenen anführen.

	Berechnet:	Gemessen:
(508):(100)	= 44° 47,′4	44° 22,′5
(508):(102)	= 6 20,7	6 46
(124):(1.2.40)	= 33 10	33 22
(1.2.40):(001)	= 4 23,9	4 36

Zum Schlusse führt er noch eine Reihe anderer seltenerer Barytvorkommen auf; so die vom Bauerberge und Winterberge ({001}, {102}, {110}) bei Grund, die vom Mittelberge, die vom Rammelsberge bei Goslar ({001}, {102}, {011}. {122}), welche im sog. Grauerz, einem Gemenge von Bleiglanz, Kupferkies und Zinkblende vorkommen, die von Osterode (Aehrenstein) und Herzberg. Endlich die von Lauterberg ({001}, {011}, {104} und {102}; hier fand sich eine seltene Pyramide {115}), vom Klingetbalskopf mit Flussspath und Kupferkies, und die vom Knollengange bei Sieber. Von St. Andreasberg, wo der Baryt nur als grosse Seltenheit auf den Gruben Gnade Gottes und Prinz Maximilian vorgekommen ist, giebt er die Combination P{001}, d{102}, o{011}, s{100}, l{104}, n{120}, χ{130}, ? $\varkappa${205}, von Ilefeld P{001}, d{102}, u{101}, o{011} (auf Manganitkrystallen auch am Mönche-, Heiligen- und Hagenberge). In den Mandeln des Ilefelder Melaphyrs kommt er mit Amethystkrystallen und Kalkspath vor: {001}, {102}, {110}, {010}, {100}. Schliesslich führt er die Vorkommen von Tilkerode, Hüttenrode, Walkenried, Silberbach, Pausfelde und Drübeck noch an; die vom Rossberge und der Gittelda'schen Trift, sowie die vom Rösterberge bei Grund erwähnt er nicht.

Die häufigsten Formen sind d{102}, P{001}, o{011}, M{110}, z{111}: nächst diesen sind l{104}, k{010} und y{122} häufig, u{101} und s{100} sind seltener. Als Mittelwerth für die Clausthaler Gänge berechnet der Autor $a : b : c =$ 0,81425 : 1 : 1,31194. Die Winkel (011):(0$\bar{1}$1) und (102):($\bar{1}$02) zeigen die geringsten, aber (110):(1$\bar{1}$0) die grössten Schwankungen. Am Cölestin ist dieses Verhältniss ein anderes; hier zeigt zwar (102):($\bar{1}$02) auch die geringsten Schwankungen, aber (110):(1$\bar{1}$0) und (011):(01$\bar{1}$) die grössten.

Ref.: O. Luedecke.

8. P. Beyer (in Breslau): **Krystallographische Untersuchungen von Terpenderivaten** (Wissenschaftliche Beilage zum Jahresbericht des Elisabeth-Gymnasiums zu Breslau 1890, 26 Seiten mit 22 Figg.). Die untersuchten Körper bilden eine Ergänzung zu den früher von Herrn C. Hintze (in dieser Zeitschr. **10**, 252; **18**, 32) und Herrn F. Krantz (ebenda **14**, 456) untersuchten Verbindungen.

I. α-Rechts- und Links-Limonen-Nitrosochlorid, $C_{10}H_{16}.NO.Cl$.

Schmelzpunkt 103°.

Dargestellt von Wallach, Ann. d. Chem. **252**, 111.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,78434 : 1 : 1,0395; \quad \beta = 78^0 48\tfrac{1}{2}'.$$

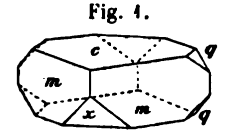
$m = \{110\}\infty P$, $c = \{001\} 0P$, $q = \{011\}R\infty$, $b = \{010\}\infty R\infty$, $x = \{\bar{1}01\}P\infty$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$m : m = (110):(1\bar{1}0) =$	—	*75° 9′
$m : b = (110):(010) =$	52° 25′	52 52 appr.

	Berechnet:	Beobachtet:
$m : c = (110)\ (001) =$	—	*81° 9′
$c : q = (00\ )\ (0\ 1) =$	—	*45 33½
$q : q = (01\ )\ (0\bar{1}1) =$	88° 53′	—
$m : q = (110)\ (0\ 1) =$	57 6	57 8
$m : q = (\bar{1}10)\ (0\ 1) =$	70 32	70 32
$c : x = (00\ )\ (\bar{1}01) =$	60 15	60 19
$m : x = (110):(10\bar{1}) =$	53 0	53 4
$q : x = (011):(\bar{1}01) =$	69 41	69 37

Die farblosen Krystalle sind meist tafelartig nach der Basis $c(001)$ ausgebildet und zeigen die auftretenden Formen vollflächig (Fig. 1).

Fig. 1.



An diesen Krystallen war die Symmetrieebene als Fläche nicht vorhanden. Einzelne Krystalle, sowohl des Rechts- als auch des Links-Limonen, waren aber ausgesprochen hemimorph ausgebildet in dem Sinne, dass bei der gewählten Aufstellung die Fläche des Klinodomas $q(011)$, zu denen sich dann auch die Symmetrieebene gesellte, bei den Krystallen des Rechtspräparates nur auf der linken Seite, bei denen des Linkspräparates nur auf der rechten Seite auftrat. Einige Krystalle waren tafelartig nach einer Prismenfläche verzerrt.

In den Winkeln stimmten die Rechts- und Linkskrystalle überein.

Beim Umkrystallisiren des Rechtspräparates entstanden gelegentlich Zwillinge nach $a\{100\}\infty P\infty$, welche ganz in der Art der sogenannten Karlsbader Zwillinge des Feldspaths verwachsen waren und die Formen $m\{110\}$, $c\{001\}$, $x\{\bar{1}01\}$ zeigten.

$$c : \underline{c} = (001):(\underline{001}) = 22^0 23', \text{ gemessen } 21^0 54'.$$

Ebene der optischen Axen die Symmetrieebene. Erste Mittellinie, Axe der kleinsten Elasticität, bildet mit der Verticalen nach hinten im Sinne eines negativen Hemidomas einen Winkel von $Li = 7^0 19'$, $Na = 4^0 50'$, $Tl = 4^0 36'$.

Durch eine Krystallplatte nach der Basis wurde gefunden

	am Rechtspräparate:	am Linkspräparate:
$2H_a$ für Li	60° 24′	60° 50′
Na	63 3	62 42
Tl	65 16	65 13

Aus den Brechungsindices

	Li	Na	Tl
$n =$	1,4647	1,4678	1,4708

des hier, wie bei allen folgenden Bestimmungen angewandten Oeles folgt:

	am Rechtspräparate:	am Linkspräparate:
$2E$ für Li	94° 54′	95° 43′
Na	100 15	99 34
Tl	104 57	104 51

II. Rechts- und Links-Carvoxim, $C_{10}H_{15}NO$.

Schmelzpunkt 72⁰.

Dargestellt von Wallach, Ann. d. Chem. **245**, 256 und **246**, 226.

Krystallsystem: **Monosymmetrisch.**

$a : b : c = 0,87389 : 1 : 0,36669; \quad \beta = 79^{0}6'.$

$a = \{100\}\infty P\infty$, $c = \{001\}0P$, $k = \{101\} - P\infty$, $o = \{\bar{1}21\}2P2$,
$d = \{\bar{1}01\}P\infty$, $m = \{110\}\infty P$, $q = \{121\} - 2P2$.

	Berechnet:	Beobachtet:	Maskelyne*):
$m : m = (1\ 0\ (\bar{1}10$	$= 81^{0}16'$	—	$80^{0}50' - 81^{0}\ 0'$
$m : a = (1\ 0\ (100$	$= 40\ 38$	$40^{0}37'$	
$a : c = (100\ (00$	$= 79\ \ 6$	$79\ \ 5$	$79\ \ 0 - 79\ \ 2\frac{1}{2}$
$c : d = (00\ (\bar{1}0$	$= 24\ \ 7$	$24\ \ 8$	$24\ \ 4 - 24\ \ 8$
$d : a = (10\bar{1}\ (100$	$=$ —	*76 47	
$a : k = (100 : (101)$	$= 58\ 12\frac{1}{2}$	58 30 appr.	
$k : c = (101 : (001)$	$= 20\ 53\frac{1}{2}$	20 30 appr.	
$c : m = (001 : (110$	$=$ —	*81 45	$81\ \ 0 - 81\ \ 2$
$m : d = (110) : (\bar{1}01$	$=$ —	*80 1	$79\ 58 - 81\ 10$
$o : o = (\bar{1}21)\ (\bar{1}\bar{2}$	$= 71\ \ 3$	—	
$o : c = (\bar{1}21)\ (00$	$= 42\ \ 1\frac{1}{2}$	41 56	
$o : a = (12\bar{1})\ (100$	$= 79\ 16\frac{1}{2}$	79 30	
$o : m = (12\bar{1})\ (1\ 0$	$= 58\ 41\frac{1}{2}$	58 44	
$m : o = (1\ 0)\ (\bar{1}2$	$= 76\ 16\frac{1}{2}$	76 26	
$o : q = (\bar{1}21)\ (12$	$= 37\ 13\frac{1}{2}$	37 18	
$q : a = (121)\ (100$	$= 63\ 30$	63 12	
$q : q = (121)\ (1\bar{2}$	$= 64\ 16$	64 13	
$q : c = (121) : (001)$	$= 37\ 42\frac{1}{2}$	—	
$q : d = (121) : (\bar{1}01)$	$= 53\ 13$	53 17	
$q : m = (121) : (110)$	$= 46\ 46$	46 46	

Fig. 2.

Fig. 3.

Die farblosen Krystalle sind stets tafelförmig nach der Querfläche $a\{100\}$, bald mehr nach der Queraxe, bald mehr nach der Verticalen gestreckt (Fig. 2 u. 3).

Die von Maskelyne angegebene Spaltbarkeit konnte nur höchst unvollkommen wahrgenommen werden.

Anmerkung. Das Carvoxim ist übrigens auch schon in den von Tilden als »Nitrosoterpen« dargestellten Krystallen von Maskelyne gemessen worden (Journ. of the Chem. Soc. 1877 (1), 554 und ebendort 1878 (1), 80). Die von Maskelyne gefundenen Werthe sind in der Tabelle beigefügt. Uebrigens ist bei Maskelyne der Winkel $a : k = (100):(101)$ irrthümlich zu 38⁰ statt 58⁰ angegeben und im Referat in dieser Zeitschr. **5**, 643 auch das Axenver-

*) Vergl. die Anmerkung.

hältniss unter Zugrundelegung des falschen Winkels berechnet worden, ebenso wie der Winkel $m:k = (110):(101)$ fälschlich zu $53\frac{1}{2}^0$.

An den Rechtskrystallen scheint $q(121)$ zu einer einseitigen Ausbildung, und zwar an der rechten Seite, geneigt zu sein, an den Linkskrystallen waren nur $acdm$ scharf und glänzend, die übrigen Flächen gerundet.

Ebene der optischen Axen senkrecht zur Symmetrieebene. Durch die Querfläche erscheint der Mittelpunkt der Interferenzfigur am Rande des Gesichtsfeldes. Bei der Beobachtung in Oel bildet eine Mittellinie, Axe der grössten Elasticität (wahrscheinlich die erste Mittellinie), mit der Normalen zur Querfläche einen Winkel von etwa 45^0 für Na im Sinne eines negativen Hemidomas.

III. Nitrosodipenten, $C_{10}H_{15}NO$.

Schmelzpunkt 93⁰.

Dargestellt von Wallach, Ann. d. Chem. **246**, 227.

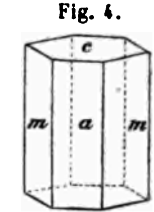
Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a:b:c = 0,85241:1:0,35777; \quad \beta = 74^0 37'$.

$a = \{100\}\infty P\infty, \quad c = \{001\}0P, \quad m = \{110\}\infty P, \quad x = \{\bar{1}01\}+P\infty$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$m:m = (1\bar{1}0):(110)$	$= 78^0 50'$	—
$m:a = (110):(100)$	$=$ —	$*39^0 25'$
$m:c = (110):(001)$	$= 78\ 10\frac{1}{2}$	78 9
$c:a = (001):(100)$	$=$ —	$*74\ 37$
$c:x = (001):(\bar{1}01)$	$= 24\ 29$	24 29
$a:x = (100):(10\bar{1})$	$=$ —	$*80\ 54$
$x:m = (10\bar{1}):(110)$	$= 82\ 59$	82 58

Fig. 4.



Die Krystalle, fast farblos, sind tafelartig nach $a\{100\}$ ausgebildet und nach der Verticalen gestreckt (Fig. 4). Ziemlich vollkommene Spaltbarkeit nach $c\{001\}$.

Die optische Axenebene ist senkrecht zur Symmetrieebene. Eine Mittellinie, Axe der grössten Elasticität, fast genau senkrecht zu $c\{001\}$.

	Li	Na	Tl
$2H_a =$	$93^0 6'$	$95^0 4'$	$96^0 18'$.

Beachtenswerth sind die Beziehungen

	a : b : c
Rechts- und Links-Carvoxim	0,87389 : 1 : 0,36669
Inactives Carvoxim	0,85241 : 1 : 0,35777

also analoge Beziehungen, wie solche auch bei den Tetrabromiden des Limonens und Dipentens von Herrn C. Hintze in dieser Zeitschr. (**10**, 256) constatirt wurden.

IV. Nitrosoterpen [Nitrosopinen] aus Rechts- und Links-Pinen, $C_{10}H_{15}NO$.

Dargestellt von Wallach, Ann. d. Chem. **252**, 133.

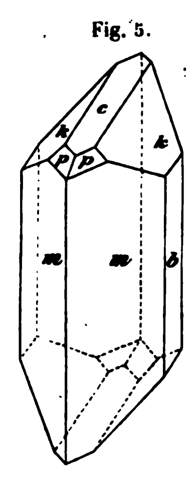
Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a:b:c = 1,3948:1:0,88127; \quad \beta = 70^0 12'$.

$p = \{111\} -P$, $m = \{110\} \infty P$, $c = \{001\} 0P$, $b = \{010\} \infty \mathrm{P}\infty$, $k = \{011\} \mathrm{P}\infty$ nur an Linkspinen.

	Berechnet:	Beobachtet:
$m : m = (110):(1\bar{1}0)$	= —	*105° 23′
$m : b = (110):(010)$	= 37° 18½′	37 38½
$m : p = (110):(111)$	= —	*38 7
$p : c = (111):(001)$	= —	*40 2
$c : m = (001):(110)$	= 78 9	78 9
$p : b = (111):(010)$	= 58 29	58 27
$p : p = (111):(1\bar{1}1)$	= 63 2	63 6
$p : m = (111):(110)$	= 87 26	87 16
$p : k = (111):(011)$	= 22 37	22 34
$k : b = (011):(010)$	= 50 20	50 38
$k : c = (011):(001)$	= 39 40	39 22
$k : k = (011):(0\bar{1}1)$	= 79 20	78 44
$k : m = (011):(110)$	= 48 15½	48 32
$m : k = (110):(01\bar{1})$	= 69 32	69 27

Fig. 5.



Die farblosen Krystalle sind säulenförmig nach der Verticalen ausgebildet und zeigen deutliche Spaltbarkeit nach $c\{001\}$ (Fig. 5).

Die optische Axenebene ist senkrecht zur Symmetrieebene.

Die Krystalle des Nitrosopinens zeigen Beziehungen zu denen des Nitrosodipentens in der Gleichheit einer prismatischen Zone:

	Nitrosodip:	Nitrosopin:	
$(110):(1\bar{1}0)$	= 78° 50′	79° 29′	$= (011):(0\bar{1}1)$
$(110):(100)$	= 39 25	39 40	$= (011):(001)$

Anmerkung. Die Krystalle von Rechts- und Linkspinen sind zweifellos krystallographisch gleich, die Abweichungen liegen innerhalb der Fehlergrenze; jedoch ist zu bemerken, dass das Klinodoma $\{011\} \mathrm{P}\infty$ nur an den Krystallen aus Linkspinen beobachtet werden konnte.

V. Rechts- und Links-Limonen-α-Nitrol-Piperidid,

$C_{10}H_{16}.NO.NC_5H_{10}$.

Schmelzpunkt 94°.

Dargestellt von Wallach. Ann. d. Chem. **252**, 114.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 0{,}82973 : 1 : 0{,}77475$.

$m = \{110\} \infty P$, $b = \{010\} \infty \breve{P}\infty$, $r = \{023\} \frac{2}{3}\breve{P}\infty$, $n = \{210\} \infty \bar{P}2$, $q = \{011\} \breve{P}\infty$, $s = \{013\} \frac{1}{3}\breve{P}\infty$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$m : m = (110):(1\bar{1}0)$	= 79° 22′	79° 16′
$m : n = (110):(210)$	= 17 9	16 30

	Berechnet:	Beobachtet:
$n : n = (210):(2\bar{1}0)$	$= 45^0\ 4'$	—
$m : b = (110):(010)$	= —	$*50^0\ 19'$
$n : b = (210):(010)$	= 67 28	—
$b : q = (010):(011)$	= 52 24	52 25
$q : r = (011):(023)$	= 10 17	9 52
$b : r = (010):(023)$	= 62 41	62 23
$s : r = (013):(023)$	= 12 50	12 53
$b : s = (010):(013)$	= 75 31	75 16
$m : q = (110):(011)$	= —	*67 4
$m : r = (110):(023)$	= 72 57	72 24
$m : s = (110):(013)$	= 80 49	—
$n : q = (210):(011)$	= 76 $24\frac{1}{2}$	—
$n : r = (210):(023)$	= 79 49	—
$n : s = (210):(013)$	= 84 $28\frac{1}{2}$	—

Die farblosen, durchsichtigen Krystalle sind stets säulenförmig nach der Prismenzone ausgebildet, meist sowohl nach dieser als nach der domatischen Zone stark gestreift, weshalb viele Winkel ziemliche Abweichungen ergaben (Fig. 6).

Fig. 6.

Enantiomorphie konnte nicht zum Ausdrucke gelangen, eine krystallographische Unterscheidung der Rechts- und Linkskrystalle zunächst also nicht möglich. Optisch verhielten sich beide Präparate gleich.

Ebene der optischen Axen $b(010)$, erste Mittellinie Axe a, Axe der kleinsten Elasticität. Doppelbrechung schwach und positiv.

	Rechtspräparate:	Linkspräparate:
$2H$ für Na	$= 65^0\ 17'$	$65^0\ 22'$
$2E$	= 104 41	104 51

Dispersion für verschiedene Farben zu gering für genaue Einstellungen.

VI. Rechts- und Links-Limonen-β-Nitrol-Piperidid,

$C_{10}H_{16}.NO.NC_5H_{10}$.

Schmelzpunkt 110^0—111^0.

Darstellung wie bei α-Verbindung.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,6328 : 1 : 0,41421;\ \beta = 77^0\ 40'.$$

$$m = \{110\}\infty P,\ q = \{011\}R\infty,\ b = \{010\}\infty R\infty,\ n = \{230\}\infty R\tfrac{3}{2}.$$

	Berechnet:	Beobachtet:
$m : m = (110):(1\bar{1}0)$	$= 61^0\ 6'$	$61^0\ 6'$
$b : m = (010):(110)$	= —	*59 27
$m : n = (110):(230)$	= 10 58	—
$n : b = (230):(010)$	= 48 29	48 24
$n : n = (230):(2\bar{3}0)$	= 83 2	—
$q : q = (011):(0\bar{1}1)$	= 42 24	42 24

		Berechnet:	Beobachtet:
$q : b$	$= (011):(010)$	—	*68° 48′
$q : m$	$= (011):(\bar{1}10)$	—	*84 24
$n : q$	$= (230):(011)$	67° 6′	—
$q : n$	$= (011):(\bar{2}30)$	84 46	—

Fig. 7.

Die farblosen, durchsichtigen Krystalle sind stets tafelartig nach der Symmetrieebene ausgebildet und meist nach der Verticalen gestreckt (Fig. 7). Fast stets Zwillinge nach $\{100\}$ in der Weise der sogenannten Karlsbader Zwillinge des Feldspaths verwachsen. Bei denjenigen Zwillingen, welche beide Prismen zeigen, pflegt jedes derselben in der Weise einseitig ausgebildet zu sein, dass an der einen Seite die Fläche von $m\{110\}$ und an der anderen Seite die Fläche von $n\{230\}$ einspringende Winkel bilden.

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Eine optische Auslöschungsrichtung bildet in der Symmetrieebene mit der Verticalen einen Winkel von 33° im Sinne eines negativen Hemidomas.

Genaue optische Untersuchung durch die Zwillingsbildung verhindert.

VII. Rechts- und Links-Limonen-α-Nitrolanilid aus Rechts- und Links-Limonen-Nitrosochlorid, $C_{10}H_{16} . NO . NHC_6H_5$.

Schmelzpunkt 112°—113°.

Dargestellt von Wallach, Ann. d. Chem. **252**, 118.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,85459 : 1 : 1,1499; \quad \beta = 73^0 0'.$$

$a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\grave{P}\infty$, $q = \{011\}\grave{P}\infty$, $c = \{001\}0P$, $m = \{110\}\infty P$, $x = \{\bar{1}01\}\bar{P}\infty$.

		Berechnet:	Beobachtet:
$m : m$	$= (110):(1\bar{1}0)$	—	*78° 31′
$m : a$	$= (110):(100)$	39° 15½′	—
$m : b$	$= (110):(010)$	50 44½	—
$m : c$	$= (110):(001)$	76 55	76° 54′
$c : a$	$= (001):(100)$	—	*72 59
$a : q$	$= (100):(011)$	78 39	78 37
$q : q$	$= (011):(0\bar{1}1)$	95 26	95 27
$c : q$	$= (001):(011)$	—	*47 43
$q : m$	$= (011):(110)$	51 39	51 22
$q : m$	$= (011):(\bar{1}10)$	71 35	71 30
$m : x$	$= (110):(10\bar{1})$	55 1½	—
$x : q$	$= (\bar{1}01):(011)$	73 19½	—
$x : c$	$= (101):(001)$	64 45½	—
$x : a$	$= (101):(100)$	42 14½	—

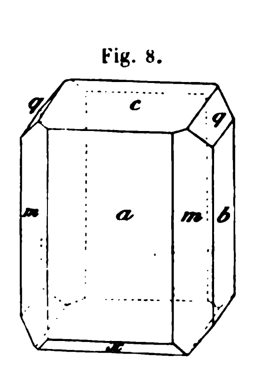


Fig. 8.

Die durchsichtigen, farblosen bis schwachgelblichen Krystalle sind tafelartig nach $a\{100\}$ ausgebildet, meist gestreckt nach der Verticalen; $c\{001\}$ und $q\{011\}$ in wechselnder Ausdehnung (Fig. 8).

Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene; eine optische Axe tritt nahezu senkrecht zur Querfläche $a\{100\}$ aus. Die erste Mittellinie bildet mit der Basis im Sinne eines negativen Hemidomas einen Winkel von 52° für *Na*.

VIII. Benzoylverbindung aus α-Rechts-Limonen-Nitrosochlorid.

Die Verbindung entsteht aus Limonen-Nitrosochlorid und Benzoylchlorid.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,79322 : 1 : 0,51320.$$

$b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $m = \{110\}\infty P$, $q = \{012\}\frac{1}{2}\breve{P}\infty$, $r = \{011\}\breve{P}\infty$, $s = \{032\}\frac{3}{2}\breve{P}\infty$.

		Berechnet:	Beobachtet:
$m : m$	$= (110):(1\bar{1}0)$	$= 76°41'$	—
$m : b_1$	$= (110):(010)$	$= 51\ 34$	51°45'
$b : q$	$= (010):(012)$	$= 75\ 36\frac{1}{2}$	75 27
$r : b$	$= (011):(010)$	$=$ —	*62 50
$r : m$	$= (011):(110)$	$=$ —	*73 31
$b : s$	$= (010):(032)$	$= 52\ 25$	52 21
$q : m$	$= (012):(110)$	$= 81\ \ 7$	81 11
$m : s$	$= (110):(032)$	$= 67\ 44$	67 38

Die farblosen, durchsichtigen Krystalle sind dicktafelig nach $b\{010\}$ ausgebildet und theils nach der Verticalen, theils nach der Brachydiagonale gestreckt. Alle Krystalle zeigen das Doma $r\{011\}$, dagegen trat von den anderen beiden Domen immer nur je eines zur Combination hinzu (Fig. 9 und 10).

Fig. 9.

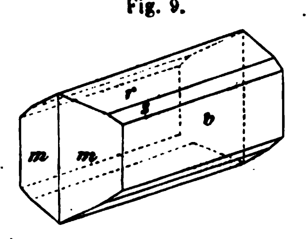
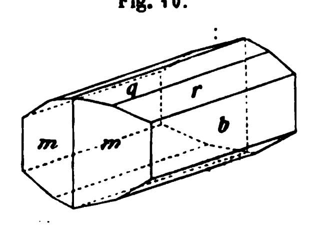


Fig. 10.



Eine deutliche Spaltbarkeit wurde nicht beobachtet.

Die Ebene der optischen Axen ist die Querfläche (100), die erste Mittellinie *b* Axe der grössten Elasticität.

IX. Rechts- und Links-Pinen-Nitrolbenzylamin, $C_{10}H_{16}NONHCH_2C_6H_5$.

Schmelzpunkt 122°—123°.

Dargestellt von Wallach, Ann. d. Chem. 252, 131.

Krystallsystem: Rhombisch-hemiëdrisch.

$$a : b : c = 0,85912 : 1 : 0,94228.$$

$$m = \{110\}\infty P,\ c = \{001\}0P,\ o = \varkappa\{111\}\frac{P}{2},\ o' = \varkappa\{1\bar{1}1\} - \frac{P}{2}.$$

		Berechnet:	Beobachtet:
$m : m$	$= (110):(1\bar{1}0)$	$=$ —	*81°20'
$m : o$	$= (110):(111)$	$=$ —	*34 40
$c : o$	$= (001):(111)$	$= 55°20'$	55 20

	Berechnet:	Beobachtet:
$c:m = (111):(1\bar{1}0)$ =	82° 52′	82° 52′
$o:o' = (111):(1\bar{1}1)$ =	64 49	—
$o:o' = (111):(\bar{1}\bar{1}1)$ =	110 40	—
$o:o' = (111):(\bar{1}11)$ =	77 11½	—

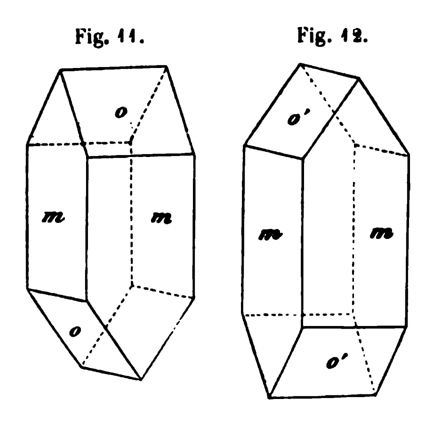


Fig. 11. Fig. 12.

Die farblosen, durchsichtigen Krystalle sind meist prismatisch nach der Verticalen ausgebildet (Fig. 11 und 12). Am Ende tritt die Pyramide stets nur mit einer sphenoidischen Hälfte auf, entweder rechts oder links, ohne dass jedoch dieser Charakter sich nach der Herkunft des Präparates aus Rechts- oder Linkspinen richtete. Vielmehr wurden an beiden Präparaten Rechts- und Linkskrystalle beobachtet, zuweilen sogar solche verschiedenen Charakters in kleinen Krystallgruppen vereinigt. Ein Zusammenauftreten beider Sphenoide wurde an keinem Individuum beobachtet. Die Basis c (001) trat nur selten auf.

Deutliche Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Ebene der optischen Axen ist die Basis. Erste Mittellinie die Brachydiagonale, Axe der kleinsten Elasticität. Eine Platte nach $a(100)$ des Rechtspräparates ergab für:

$$\begin{array}{ll} & Na \\ 2H_a = & 56^\circ 35' \\ 2E = & 88\ \ 9 \end{array}$$

Dispersion sehr gering, doch scheint $\varrho < v$ zu sein.

X. α-Dipenten-Nitrolbenzylamin, $C_{10}H_{16}.NO.NH.CH_2C_6H_5$.

Schmelzpunkt 109°—110°.

Dargestellt von Wallach, Ann. d. Chem. **252**, 127.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

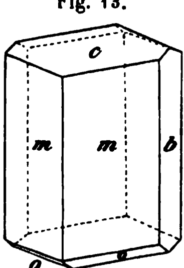
$$a:b:c = 0,77227:1:0,36393;\ \beta = 78^\circ 29'.$$

$$m = \{110\}\infty P,\ o = \{\bar{1}11\}P,\ c = \{001\}0P,\ b = \{010\}\infty R\infty.$$

	Berechnet:	Beobachtet:
$m:m = (110):(1\bar{1}0)$ =	74° 28′	74° 28′
$m:b = (110):(010)$ =	52 46	52 46
$m:c = (110):(001)$ =	—	*80 51
$c:o = (001):(\bar{1}11)$ =	—	*42 47
$o:b = (\bar{1}11):(010)$ =	70 40½	70 47
$o:o = (\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$ =	38 39	38 43
$o:m = (11\bar{1}):(110)$ =	—	*66 22
$m:o = (110):(\bar{1}11)$ =	89 55½	89 54

Die farblosen, vollkommen durchsichtigen Krystalle sind nach der Verticalen gestreckt und meist nach einer Prismenfläche tafelförmig ausgebildet. Die Formen $c\{001\}$ und $o\{\bar{1}11\}$ treten in wechselndem Ausdehnungsverhältniss auf (Fig. 13).

Fig. 13.



Spaltbarkeit wurde nicht beobachtet.

Die Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene; in derselben bildet die erste Mittellinie, Axe der kleinsten Elasticität, mit der Verticalen einen Winkel von etwa 18° für gelbes Licht im Sinne eines negativen Hemidomas. Doppelbrechung positiv und ziemlich stark. Eine Platte, ungefähr senkrecht zur ersten Mittellinie, ergab für:

	Li	*Na*	*Tl*
$2H_a =$	71° 53′	71° 34′	71° 20′
$2E =$	108 34	108 14	108 5

XI. Sylvestren-Nitrolbenzylamin, $C_{10}H_{16}.NO.NH.C_7H_7$.

Schmelzpunkt 71°.

Dargestellt von Wallach, Ann. d. Chem. **252**, 135.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 0{,}70238 : 1 : 0{,}43482.$

$b = \{010\}\infty\breve{P}\infty,\ m = \{110\}\infty P,\ q = \{011\}\breve{P}\infty.$

		Berechnet:	Beobachtet:
$m : m$	$= (110):(1\bar{1}0)$	= 70° 10′	70° 2′
$m : b$	$= (110):(010)$	= 54 55	54 59
$b : q$	$= (010):(011)$	= —	*66 30
$q : q$	$= (011):(0\bar{1}1)$	= 47 0	46 49
$q : m$	$= (011):(110)$	= —	*76 45

Die farblosen, durchsichtigen Krystalle sind tafelförmig nach $b\{010\}$ ausgebildet und theils nach der Verticalen, theils nach der Brachydiagonalen gestreckt (Fig. 14 und 15).

Fig. 14. Fig. 15.

Die Ebene der optischen Axen ist die Basis (001), die erste Mittellinie *a* Axe der kleinsten Elasticität. Doppelbrechung schwach und positiv.

An einer Krystallplatte nach $b(010)$ wurde gemessen:

$$2H_a = 112^\circ 16' \text{ für } Na.$$

Dispersion äusserst gering. Spaltbar nach $b(010)$.

XII. Hydrochlor-Limonen-Nitrolanilid, $C_{10}H_{17}Cl.NO.NH.C_6H_5$.

Schmelzpunkt 135°—136°.

Dargestellt von Wallach, Ann. d. Chem. **245**, 262.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

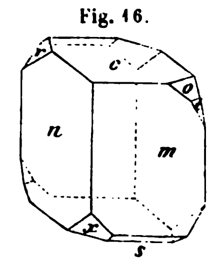
$a : b : c = 0{,}71036 : 1 : 1{,}0351.$

$\alpha = 101^0\ 9'$; $\beta = 103^0\ 4'$; $\gamma = 78^0\ 22'$
$A = 98\ 54$; $B = 101\ 13$; $C = 80\ 29$

$c = \{001\}0P$, $m = \{110\}\infty P'$, $n = \{1\bar{1}0\}\infty' P$, $o = \{132\}\frac{3}{2}\breve{P}'3$, $r = \{1\bar{3}2\}\frac{3}{2}'\breve{P}3$, $t = \{131\}3\breve{P}'3$, $x = \{\bar{1}01\},\bar{P},\infty$, $s = \{11\bar{2}\}\frac{1}{2}P,$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$c : x = (001):(\bar{1}01) =$	—	*63° 26′
$c : m = (001):(110) =$	74° 20′	74 26
$c : n = (001):(1\bar{1}0) =$	—	*86 16
$m : n = (110):(1\bar{1}0) =$	70 8½	70 25
$m : x = (110):(\bar{1}01) =$	56 48	57 6
$x : n = (\bar{1}01):(1\bar{1}0) =$	—	*42 50
$x : o = (\bar{1}01):(132) =$	—	*83 0
$o : m = (132):(110) =$	40 12	39 54
$o : n = (132):(1\bar{1}0) =$	99 21	99 23
$c : o = (001):(132) =$	—	*48 16
$o : x = (132):(\bar{1}01) =$	83 20	83 2
$o : r = (132):(1\bar{3}2) =$	82 14	—
$r : c = (1\bar{3}2):(001) =$	63 30	63 22
$r : m = (1\bar{3}2):(110) =$	87 6	87 2
$r : n = (1\bar{3}2):(1\bar{1}0) =$	32 31	32 29
$r : x = (1\bar{3}2):(\bar{1}01) =$	75 21	75 21
$x : s = (\bar{1}01):(11\bar{2}) =$	36 36	36 46
$s : c = (11\bar{2}):(001) =$	45 26	45 6 appr.
$s : m = (11\bar{2}):(110) =$	60 5	60 12
$s : n = (11\bar{2}):(1\bar{1}0) =$	78 53	78 40
$s : o = (11\bar{2}):(132) =$	91 15	91 21
$s : r = (11\bar{2}):(1\bar{3}2) =$	46 22	—
$s : t = (11\bar{2}):(131) =$	75 33	75 42
$t : m = (131):(110) =$	39 9	39 50 appr.
$t : n = (131):(1\bar{1}0) =$	73 18	73 29
$t : o = (131):(132) =$	45 54	45 20
$t : r = (131):(1\bar{3}2) =$	53 44	—

Fig. 16.



Die hell schwefelgelben, durchsichtigen Krystalle si[nd] prismatisch nach $m(110)$ und $n(1\bar{1}0)$ ausgebildet (Fig. 16[)]. Unter den Flächen $c\{001\}$ und $x\{\bar{1}01\}$ vorherrschend, d[ie] übrigen zurücktretend.

Deutliche Spaltbarkeit konnte nicht beobachtet werde[n].

XIII. Hydrochlor-Dipenten-Nitrolanilid, $C_{10}H_{17}.Cl.NO.NH.C_6H$[…]

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$a : b : c = 0,70613 : 1 : 0,98194.$

$\alpha = 101^0\ 6'$; $\beta = 102^0\ 39'$; $\gamma = 78^0\ 18'$
$A = 98\ 55$; $B = 100\ 44\frac{1}{2}$; $C = 80\ 21$

$c = \{001\}0P$, $m = \{110\}\infty P'$, $n = \{1\bar{1}0\}\infty' P$, $o = \{132\}\frac{3}{2}\breve{P}'3$
$x = \{\bar{1}01\},\bar{P},\infty$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$n : m = (1\bar{1}0):(110)$ =	—	*69° 53′
$c : m = (001):(110)$ =	—	*74 41
$c : n = (001):(1\bar{1}0)$ =	—	*86 35
$c : x = (001):(\bar{1}01)$ =	—	*61 46½
$m : x = (110):(10\bar{1})$ =	57° 33½′	57 44
$n : x = (1\bar{1}0):(10\bar{1})$ =	—	*43 35
$o : x = (132):(\bar{1}01)$ =	82 35	82 40
$c : o = (001):(132)$ =	47 19½	47 57 appr.
$m : o = (110):(132)$ =	40 59	—

Fig. 17.

Die hell schwefelgelben, durchsichtigen Krystalle sind prismatisch nach $m(110)$ und $n(1\bar{1}0)$ ausgebildet. $c\{001\}$ und $x\{\bar{1}01\}$ meist im Gleichgewichte (Fig. 17). Die Flächen $o\{132\}$ stets nur untergeordnet.

Eine deutliche Spaltbarkeit wurde nicht beobachtet.

Der Habitus dieses und des vorigen Körpers ist derselbe; auch stimmen die Winkel in den meisten Zonen nahezu überein.

Eine beträchtliche Abweichung findet nur in der Zone um die Makrodiagonale statt:

$c : x = (001):(\bar{1}01) = 63° 26'$ bei der Limonenverbindung und $61° 46\frac{1}{2}'$ an den meisten Krystallen, höchster Grenzwerth $62° 2'$ bei der Dipentenverbindung.

Anmerkung. Bei dem Dipentenpräparate fand sich ein Krystall, welcher jenen Winkel an der einen Seite $= 63° 25'$ und an der anderen $= 63° 26'$ aufwies. Es muss hiernach unentschieden bleiben, ob die Limonen- und Dipentenverbindung eine kleine, aber ausgesprochene Verschiedenheit besitzen und jener einzelne ein Krystall der Limonenverbindung ist, oder ob beide Verbindungen thatsächlich identisch sind, und nur die betreffende Zone um die Makrodiagonale in ihren Winkeln Schwankungen unterworfen ist.

XIV. Hydrochlor-Limonen-Nitrol-*p*-Toluidid, $C_{10}H_{17}Cl.NO.NHC_6H_4CH_3$.

Schmelzpunkt 135°.

Dargestellt von Wallach, Ann. d. Chem. **245**, 263.

Krystallsystem: Quadratisch.

$a : c = 1 : 0,62232.$

$o = \{111\}P.\quad m = \{110\}\infty P.$

Fig. 18.

	Berechnet:	Beobachtet:
$o : o = (111):(1\bar{1}1)$ =	63° 47′	—
$o : o = (111):(11\bar{1})$ =	—	*83° 18′
$o : m = (111):(110)$ =	41 39	—

An den hellgelben, wenig durchsichtigen Krystallen herrscht die Pyramide vor, die Prismenflächen sind untergeordnet oder gar nicht ausgebildet (Fig. 18).

Doppelbrechung ziemlich stark und positiv.

XV. Pinol-Dibromid, $C_{10}H_{16}OBr_2$.

Schmelzpunkt 94°.

Dargestellt von Wallach und Otto, Ann. d. Chem. 253, 258.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 0,5700 : 1 : 1,5553.$

$c = \{001\}0P$, $m = \{110\}\infty P$, $r = \{021\}2\breve{P}\infty$, $o = \{221\}2P$, $q = \{011\}\breve{P}\infty$, $d = \{101\}\bar{P}\infty$, $x = \{223\}\frac{2}{3}P$.

		Berechnet:	Beobachtet:
$m : m$	= (110):(1$\bar{1}$0) =	—	*59° 22′
$q : c$	= (011):(001) =	57° 15′	57 11
$q : q$	= (011):(01$\bar{1}$) =	65 28	65 23
$q : r$	= (011):(021) =	14 55	14 58
$c : r$	= (001):(021) =	72 10	72 2
$r : q$	= (021):(011) =	50 33½	50 53
$m : q$	= (110):(011) =	—	*65 23
$m : r$	= (110):(021) =	61 52½	61 59
$c : d$	= (001):(101) =	69 52	69 39
$d : d$	= (101):(10$\bar{1}$) =	40 16	40 13
$d : q$	= (101):(011) =	79 16	79 11
$o : o$	= (221):(2$\bar{2}$1) =	58 33	58 24
$o : o$	= (221):($\bar{2}$21) =	118 10½	—
$o : o$	= (221):(22$\bar{1}$) =	18 5	—
$o : c$	= (221):(001) =	80 57	80 55
$o : m$	= (221):(1$\bar{1}$0) =	59 47	59 39
$o : d$	= (221):(101) =	30 43	30 24
$o : d$	= (2$\bar{2}\bar{1}$):(101) =	41 17	40 42
$o : q$	= (221):(011) =	60 14	—
$x : x$	= (223):(2$\bar{2}$3) =	53 5	53 13
$x : x$	= (223):($\bar{2}$23) =	103 15	—
$x : x$	= (223):(22$\bar{3}$) =	51 2	—
$x : c$	= (223):(001) =	64 28	64 26
$x : o$	= (223):(221) =	16 29	16 37
$m : x$	= (110):(223) =	62 37½	62 28
$x : d$	= (223):(101) =	55 24	—
$x : q$	= (2$\bar{2}$3):(011) =	53 42	53 47

Die schwach gelblichen, durchsichtigen Krystalle sind dicktafelig nach der Basis {001} resp. etwas säulenförmig nach der Verticalen ausgebildet. Das Brachydoma q{011} pflegt vor dem steileren r{021} vorzuherrschen, es scheint sogar, dass letzteres nur an einem Ende der Verticalen vorzukommen pflegt (Fig. 19 und 20).

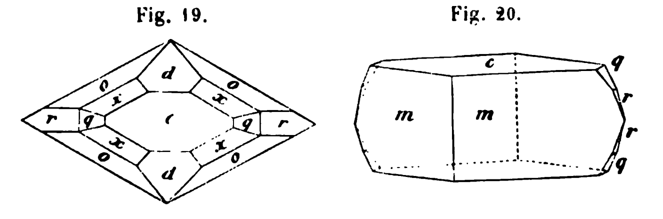


Fig. 19. Fig. 20.



35—57 *)). Der früheren Beschreibung der Minerallagerstätten des Alathales im Kreise Lanzo (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1871, 337) fügt Verf. neue Beobachtungen hinzu. Er weist zunächst darauf hin, das es im Alathale drei getrennte Idokraslagerstätten giebt, nämlich zwei nahe bei einander im Serpentin der Testa Ciarva an der Mussaalpe oberhalb Balme und eine dritte von braunem Manganidokras an der Corbassera bei Ala, etwa 12 km weiter thalabwärts, sie liegen alle auf der linken Seite der Stura in der Seitenkette, welche von der Ciamarella im Centralkamme der grajischen Alpen in westöstlicher Richtung zwischen dem Alathale und dem oberen Theile des Valle-Grande von Lanzo sich bis Ceres hinzieht. Die Fundortsangaben der von Zepharovich (Sitzber. d. Wien. Akad. **49**, 106) untersuchten Krystalle vom Alathale, welche als von zwei nahe bei einander gelegenen Fundstellen stammend angeführt wurden, sind demnach dahin zu berichtigen, dass die braunen Krystalle von der Corbassera stammen, die grünen von der Idokrasbank der Testa Ciarva, die bräunlichgrünen oder grünen mit braunen Querbändern, welche zusammen mit Diopsid, Klinochlor, Apatit, Calcit vorkommen, von der Granatbank derselben Testa Ciarva.

In der Granatbank, welche höher und westlicher als die Idokrasbank liegt, ist der Vesuvian gegenüber Granat, Diopsid und Klinochlor selten, seine Krystalle sind vorzugsweise im Sinne der Hauptaxe entwickelt; als Verhältniss der Dicke zur Länge der Krystalle wurde durch Messung der Dimensionen an 69 Exemplaren 1 : 5,89 bestimmt, doch dürfte die Länge in Wirklichkeit bedeutender sein, da viel abgebrochene Krystalle gemessen wurden.

Im Gegensatze zum Vesuvian von der Idokrasbank ist der der Granatbank flächenarm, es wurden mit Sicherheit nur {110}, {100}, {001}, {111}, {311}, {312} beobachtet, ditetragonale Prismen konnten wegen der Streifung nicht genau bestimmt werden. Von den von Zepharovich untersuchten Krystallen stammen von der Granatbank die l. c. in Fig. 32, 33, 34, Taf. VI abgebildeten, möglicherweise auch der in Fig. 29, Taf. V, in welchem Falle dann noch {331}, {211}, {210} der Flächenzusammenstellung hinzuzufügen wären.

Die vom Verf. beobachteten Combinationen sind: 1) {110}, {100}, {001}; 2) {110}, {100}, {311}, {111}; 3) {110}, {100}, {311}, {111}, {001}; 4) {110}, {100}, {311}, {111}, {312}, {001}.

Die Krystalle des Idokrases treten meist zu Gruppirungen einer grossen Anzahl gleicher, mehr oder weniger paralleler Individuen zusammen, wobei sie oft eine gemeinschaftliche Basis besitzen und beinahe das Ansehen eines einfachen Krystalles annehmen; doch finden sich in der Basis stets sehr tiefe, unregelmässige Furchen, welche von den Flächen von {111}, {311} begrenzt werden.

Die Mehrzahl der Krystalle besteht aus einer vorherrschenden unteren, oder bei an beiden Enden ausgebildeten aus einer vorherrschenden mittleren Partie, welche dicker ist und meist nur die Prismenflächen und die Basis zeigt, während die als kurze Fortwachsungen erscheinenden Enden ausserdem noch {111}, {311}, bisweilen auch noch {312} erkennen lassen. Der Absatz zwischen dem dicken mittleren Theile und den Enden bildet auf den Flächen der Prismenzone ein System von mit den Kanten zwischen der Basis und {110} und {100} parallelen Linien, welche theils in demselben Niveau, theils in verschiedenen

*) Vergl. auch die italienische Publication des Verfs. über denselben Gegenstand und das Referat darüber in dieser Zeitschr. **14**, 584, zu welchem das vorstehende noch einige Ergänzungen und weitere Ausführungen enthält, sowie das Referat über die zweite italienische Arbeit, ref. diese Zeitschr. **18**, 96.

Höhen liegen (eine Ausnahme bilden die bräunlichen Krystalle, welche nur von {001} beendet sind und die grünen von der Form {311}, {111}, oder {311}, {111}, {001}). Die an beiden Seiten ausgebildeten und mit Fortwachsungen versehenen Krystalle zeigen in ihrem mittleren Theile eine gras- oder olivengrüne Farbe mit röthlichbraunen Querstreifen, welche parallel der Basis meist quer, den ganzen Krystall durchsetzen, zuweilen auch die Umrisse der gleichzeitig ausgebildeten Flächen von {111} und {001} genau nachahmen, während die Fortwachsungen normal zur Hauptaxe betrachtet, grasgrün (zuweilen auch gelblichgrau bis isabellgelb), parallel derselben mehr oder weniger dunkelbraun erscheinen. Die an einem Ende aufgewachsenen Individuen sind entweder grasgrün oder braun mit abwechselnden dunklen und hellen Querbändern, oder auch im unteren Theile grün und im oberen mit braunen Streifen. Bei den einzelnen zu einem Krystallstocke vereinigten Individuen ist die Grenze für die braune und grüne Farbe nicht immer dieselbe. — Im Dichroskope zeigen die grünen Krystalle ⊥ der Hauptaxe gras- bis fast smaragdgrüne und bräunlichgelbe Farbe, die braunen eine ölgrüne bis ölbraune und rothbraune Farbe, die grüne Farbe gehört den || c schwingenden Strahlen an.

Verf. bestreitet in einer längeren Auseinandersetzung die Richtigkeit der von Vielen vertretenen Annahme, welche die wirksame Ursache gewisser Aenderungen im Habitus der Krystalle ein und derselben Substanz in zufällig vorhandenen Verunreinigungen in ihrer Mutterlauge bestehen lässt; er ist vielmehr der Ansicht, dass das verschiedene Aussehen der Krystalle ein und derselben Substanz von der jedesmaligen chemischen Zusammensetzung der Salze abhängt, aus deren Wechselzersetzung sie sich bildet. So ist auch hier die Ausbildung (d. h. die Neigung der Krystalle, sich in der Richtung der Hauptaxe zu entwickeln) der Idokraskrystalle der Granatbank der Testa Ciarva dieselbe wie die des Manganidokrases von der Corbassera und auch von Cantoira im Valle-Grande von Lanzo (Atti Acc. Torino 1867, N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1868, 605), indem in den genannten Lagerstätten der Vesuvian stets die gleiche Vergesellschaftung mit Granat, Diopsid, Klinochlor, Calcit, Apatit zeigt, wohingegen die abweichend ausgebildeten Vesuviankrystalle von der Idokrasbank der Testa Ciarva nicht von Granat und Diopsid begleitet sind.

Die Winkel (auch die homologen) der scheinbar einfachen Krystalle zeigen solche Schwankungen, dass sie zur Constantenberechnung ungeeignet sind; die zahlreichen Messungen des Verfs. verfolgten daher nur die Absicht, die Grenzen festzustellen, innerhalb welcher die homologen Winkel variiren. Aus den Messungen an einem der besten Krystalle, an dem sämmtliche Winkel in vier Oktanten genau bestimmt werden konnten, ging hervor, dass die Basis stark von der normalen Lage abweicht, indem sie etwa um 15′ um die Kante ($\bar{1}10$) gegen die Fläche (110), um wenige Minuten dagegen um die Kante (110) gegen die Fläche ($\bar{1}10$) gedreht ist. Die Schwankungen in den Winkeln hängen wesentlich von der polysynthetischen Structur der nur scheinbar einfachen Krystalle ab. — Dem von Zepharovich aufgestellten Axenverhältnisse liegen möglicherweise Messungen an Krystallen von der Granat- und Idokrasbank zu Grunde. Als Mittel der Messungen der Winkel (001):(111) in allen vier Oktanten von vier Krystallen wurde gefunden 37° 14′ 44,″5 (resp. mit besonderer Berücksichtigung einer der gemessenen Krystalle), 37° 14′ 38″, ein Werth, der sehr wenig von dem von Zepharovich beobachteten mittleren (37° 14′ 37,″7) und von den von Diesem für die grünen Krystalle der Mussa (37° 14′ 31″) berechneten abweicht.

Verf. hat auch die Häufigkeit der einzelnen Formen an 31 Krystallen festge-

stellt, es ergab sich, dass {110} und ebenso {100}, {111}, {311} an allen 31, {001} an 29, {312} an 5 Individuen auftrat.

Ref.: H. Traube.

5. **L. J. Igelström** (in Sunnemo, Wermland): **Pyrochroit von Schweden** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1888, **2**, 84). Der Pyrochroit ist in seinem Vorkommen in Schweden stets an Hausmannit gebunden, so bei Pajsberg, Nordmark und an dem neuen Vorkommen, auf der Manganerzgrube Sjögrufvan, Kirchspiel Grythyttan, Gouv. Örebro. An der letztgenannten Localität fand er sich bis jetzt nur in geringer Menge auf Klüften reicher Hausmanniterze in Form schwarzer, zerstreuter, metallglänzender Blätter (oxydirter Pyrochroit) zusammen mit weissem Baryt und Polyarsenit.

Ref.: H. Traube.

6. **Derselbe: Arseniopleït, ein neues Mineral von der Hausmannit- und Braunitgrube Sjögrufvan, Kirchspiel Grythyttan, Gouv. Örebro, Schweden** (Ebenda, 117—122 und Bull. soc. Min. 1888, **11**, 39). Der Arseniopleït (von πλεῖον mehr, hinsichtlich des höheren Arsengehaltes gegenüber anderen mit ihm zusammen vorkommenden Arseniaten) findet sich an den, vom Verf. (diese Zeitschr. **15**, 628) beschriebenen neuen Vorkommen von Braunit und Hausmannit zusammen (oft innig verwachsen) mit blätterigem Rhodonit, bisweilen auch begleitet von Bitterspath und (nach Des Cloizeaux's Bestimmung) Baryt-haltigem Albit. Das Mineral bildet 1,5 cm breite und 4 cm lange, reine Adern in dem zur Urformation gehörenden Dolomit, welcher den Hausmannit eingesprengt enthält; ausserdem kommt es in 0,5—1 cm grossen Klumpen in demselben Gesteine vor. Farbe und äussere Beschaffenheit sind sehr ähnlich dem des kirsch- oder braunrothen Piemontits von St. Marcel, es ist undurchsichtig, in dünnen Splittern blutroth durchsichtig: seine Structur ist späthig mit deutlichen, metallglänzenden Spaltungsflächen, nach denen es vor dem Löthrohre in kleine Rhomboëder-ähnliche Täfelchen zerspringt, Bruch muschelig, Strich gelb bis beinahe chocoladenbraun, das Pulver wird bei Luftzutritt geglüht fast schwarz, dunkler als das des Pyroarsenit, Härte = 3—4, spec. Gew. nicht angegeben. Vor dem Löthrohre schmilzt der Arseniopleït ziemlich leicht zu einer schwarzen, nicht magnetischen Kugel, riecht stark nach Arsen und giebt einen Bleibeschlag, ohne dass sich dabei Bleikugeln reduciren lassen. Im Kolben giebt er mehr Wasser ab, als der Polyarsenit, löst sich leicht und ohne Rückstand in verdünnter Salzsäure und Salpetersäure, die Lösung ist gelber, als die der ähnlichen Mineralien, wie Polyarsenit u. s. w. Die chemische Zusammensetzung entspricht der Formel: $2\overset{II}{R}_3As_2O_8 + \overset{III}{R}_2As_2O_8 + 3\overset{II}{R}O + 3H_2O$, worin $\overset{II}{R} = \frac{8}{24}Mn + \frac{10}{24}Ca + \frac{5}{24}Mg + \frac{1}{24}Pb$ und $\overset{III}{R}_2 = \frac{2}{3}Mn + \frac{1}{3}Fe$. Nr. 1 führt die bei der Analyse (mit 0,5426 g) direct gefundenen Werthe an, wobei der Wassergehalt, durch Glühverlust zu 3,43 % bestimmt, in Folge der Oxydation von MnO zu Mn_3O_4 zu 5,67 % berechnet wurde. In Nr. 2 ist der Wassergehalt geringer angegeben, da nach A. Sjögren's »Untersuchungen über Manganarseniate« (diese Zeitschr. **10**, 113) nur die Hälfte des an die Arsensäure gebundenen Mangans sich durch Glühen in Oxyd verwandelt, nach denselben Untersuchungen ist auch das Mangan theilweise als Sesquioxyd enthalten, das hier gleich 7,80 % gesetzt wurde. Das Mineral bedarf hiernach jedenfalls noch weiterer chemischer Untersuchung.

der Hornblendeschiefer in Klüften zusammen mit Epidot in losen Krystallen, eingebettet in einen Mulm von Amianth und Thon. Die Wandungen der Klüfte waren mit drusigen Ueberzügen von Amianth, Epidot, Adular, Chlorit und Scheelit bekleidet. Letzterer kam auch im Inneren hohler Pseudomorphosen von Brauneisen nach Chlorit-Aggregaten vor. Es wurden 30 Krystalle gefunden, welche folgende Combinationen zeigten: 1) {111}; 2) {111}, {001}; 3) {111}, {001}, {101}; 4) {111}, {001}, {101}, π{313} (letzteres durch Kenngott bestimmt), {111} herrscht stets vor, {001} und {101} treten nur mit kleinen Flächen auf. Die Krystalle zeichnen sich nicht selten durch bedeutende Grösse aus, ein 7 cm langer Krystall, von der Combination 3 wog 275 g, ein 10 cm langer der Combination 4 932 g (vielleicht der grösste in Europa gefundene). Der Scheelit ist von grauer Farbe mit einem Stich in's Gelbliche. Verf. fand keine fremden Einschlüsse in ihnen, Kenngott (l. c.) jedoch Rutil.

Ref.: H. Traube.

8. **A. Streng** (in Giessen): **Ueber einige mikroskopisch-chemische Reactionen.** Forts. (vergl. diese Zeitschr. **18**, 177) (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1888, **2**, 142—150). Prüfung auf Zinn. Verf. schlägt für die von ihm zurückgezogene Reaction auf Zinn (s. diese Zeitschr. **17**, 222 und 646) eine neue Methode vor, bei welcher dieses Element sowohl wenn es als Chlorür, als auch wenn es als Chlorid vorhanden ist, nachgewiesen werden kann. Wird zu einem Tropfen einer Zinnchlorürlösung ein kleines Körnchen Chlorkalium hinzugesetzt, so entstehen bei der Verdunstung in der Wärme zunächst achtseitige doppeltbrechende Sterne, deren einzelne Arme gleichzeitig auslöschen; bei weiterem Verdunsten bilden sich rhombische Krystalle der Zusammensetzung $2KCl + SnCl_2 + H_2O$, welche die Comb. {110}, {100}, {010}, {101}, {011} (vielleicht eher {045}), {111} und eine steilere Makropyramide zeigen, (045):(0$\bar{4}$5) = 62°—64°, (110):(1$\bar{1}$0) = 74°. Die tafelartigen Krystalle sind nach (100) breit gedrückt oder sind säulen- und nadelförmig nach der Axe *c* ausgebildet, sie wirken stark auf das polarisirte Licht und löschen gerade aus.

Bei Anwesenheit von Zinnchlorid bildet sich das schwerer lösliche, reguläre, isotrope Doppelsalz K_2SnCl_6, es entsteht hierbei zuerst {111} mit einem Ikositetraëder, dann treten noch mehrere Ikositetraëder- und Triakisoktaëderflächen hinzu, welche {111} vicinal sind und eine flache, sechskantige Pyramide auf {111} darstellen. Da das Zinnchlorür an der Luft sich zum Theil in Chlorid verwandelt, so treten die letztgenannten Krystalle auch bei Anwesenheit von Zinnchlorür auf.

Die Reaction auf SnO und SnO_2 ist nur für in Salzsäure lösliche Verbindungen anwendbar, es muss daher bei Mineralien das Zinn erst durch Behandeln mit Soda etc. auf Kohle oder in anderer Weise reducirt werden. Die Bestimmung von Zinnchlorid ist wegen der Schwerlöslichkeit von K_2SnCl_6 schärfer, als die des Chlorürs, doch dürfen die regulären Krystalle des K_2SnCl_6 nicht mit denen des Chlorkaliums verwechselt werden. Es bilden sich bei Gegenwart von geringen Mengen von Zinn beim Verdunsten neben Würfeln von Chlorkalium auch Oktaëder mit gestreiften Flächen, die an den glatten Würfelflächen auftreten. Sind die Seitenkanten der Oktaëder den Nicolhauptschnitten bei gekreuzten Nicols parallel, dann erscheint der ganze Krystall dunkel; dreht man die Krystalle um 45°, dann zeigen sich beim Einschalten eines Gypsblättchens vom Roth erster Ordnung optische Anomalien, zwei gegenüberliegende Oktaëderflächen werden blau, die anderen gelb, die Würfelfläche bleibt isotrop.

Die Reactionen können auch mit Chlorcäsium ausgeführt werden, was für

Zinnchlorid bereits von Haushofer (Mikroskopische Reactionen S. 156) angegeben worden ist.

Die Anwesenheit von Zinnchlorür kann auch dadurch erkannt werden, dass man zu seiner salzsauren Lösung ein Tröpfchen Platinchlorid hinzusetzt. Es entsteht eine braune Färbung, die auf einem mit Papier unterlegten Objectträger sehr deutlich sichtbar ist. Bei Gegenwart von wenig Salzsäure bildet sich ein brauner, flockiger Niederschlag, der in Salzsäure mit brauner Farbe löslich ist.

Prüfung auf Kalium, Cäsium und Rubidium. Die erwähnte Erkennung des Zinnchlorid mittelst Chlorcäsium ist umgekehrt auch zur Erkennung des Cäsiums vorgeschlagen worden, sie ist aber nur bei sicherer Abwesenheit von Kalium und Rubidium möglich, ein Fall, der wohl nie eintreten dürfte. Verf. benutzt das verschiedene Verhalten von Kalium-, Cäsium-, Rubidiumchlorid gegen eine salzsaure Lösung von Zinnchlorür. $CsCl$ giebt hierbei im Allgemeinen dieselben Krystalle, wie oben erwähnt KCl, doch werden gewisse Formen bevorzugt; die Krystalle des $RbCl$ sind indess monosymmetrisch und zeigen daher auf (010) aufliegend scharfe Auslöschung (ungefähr 30°), während sie in ihrer Form von denen des $CsCl$ und KCl nicht verschieden sind.

Die Platinchlorürverbindungen des Kaliums, Rubidiums, Cäsiums sind zwar alle tetragonal, zeigen jedoch einige geringe Unterschiede, die zur Erkennung benutzt werden können. Die Krystalle des Kaliums und Rubidiums haben die Form {110}, {111} und eine steile Pyramide zweiter Stellung, sie sind etwas dichroitisch und zwar $\parallel c$ hellviolett, $\perp c$ heller mit einem Stich in's Grüne, während die des Cäsiums die Pyramide zweiter Ordnung nur selten, dagegen häufiger noch eine stumpfe ditetragonale Pyramide erkennen lassen, die Kryställchen sind auch kürzer und breiter, ihr Dichroismus ist: $\parallel c$ gelb, $\perp c$ hellbräunlich. Bemerkenswerth ist die Neigung des $CsCl$ zur Zwillingsbildung, es entstehen meist Durchkreuzungszwillinge, die einen Winkel von 75° mit einander bilden, bisweilen auch auf einander senkrecht stehen. Eine Gemenge von KCl und $CsCl$ giebt mit $PtCl_2$ hellgelbliche, lange, rechteckige Krystalle, die sich beim Weiterwachsen biegen und verzweigen; eine Gemenge von $RbCl$ und $CsCl$ theils kurze und dicke, theils prismatische Krystalle, oft Durchkreuzungszwillinge mit senkrecht auf einander stehenden Hauptaxen, ihr Dichroismus ist $\parallel c$ gelblich, $\perp c$ hellviolett. Ein Gemenge von KCl und $RbCl$ giebt dieselben Krystalle mit $PtCl_2$, wie das eine oder das andere für sich allein.

Prüfung auf Natrium. Da eine Lösung von Uranylacetat aus den Glasgefässen, in denen sie aufbewahrt wird, gern Natrium aufnimmt, so benutzt Verf. zur Bestimmung das feste Salz, von welchem einige Körnchen mit einem Tröpfchen Essigsäure zur Probe verwandt werden. Das von Trommsdorf in Erfurt bezogene fast Na-freie Uranylacetat wird vorher fein pulverisirt und durch 8- bis 10maliges Auswaschen mit Wasser völlig rein erhalten.

Bestimmung des Siliciums. Zur Bestimmung des Siliciums ist die Ueberführung der Kieselsäure in Kieselfluorwasserstoff und Kieselfluornatrium vorgeschlagen worden. Verf. macht aber darauf aufmerksam, dass sowohl die Flusssäure des Handels, als auch selbst die aus Kryolith dargestellte stets geringe Mengen von Kieselflusssäure enthält und daher zur Reaction nicht zu gebrauchen ist.

Ref.: H. Traube.

9. Derselbe: Ueber den Dolerit von Londorf (Ebenda, 181—229 mit 1 Tafel). In den Blasenräumen des sich aus Andesin, Augit, Olivin (Hyalosiderit), Magnetit, Ilmenit, Apatit zusammensetzenden Dolerits des Vogelsberges von Lon-

dorf in Hessen finden sich aufgewachsene Krystalle von Andesin, Augit, Hornblende, Olivin (Hyalosiderit), Titaneisen, Apatit, Tridymit und Hyalith. Der Andesin, welcher die Zusammensetzung $Ab_2 An$ (Nr. 1) besitzt, bildet prächtig ausgebildete Krystalle, die aber an der Oberfläche sehr rauh und drusig und daher zu Winkelmessungen sehr wenig geeignet sind, sie bilden theils säulen- und nadelförmige Krystalle der Combination {001}, {010}, {201}, theils erscheinen sie als rhombische Tafeln mit vorwaltendem {010} und untergeordnetem {001}, {101}, {201}, {111}, das Prisma fehlt. Die Flächen von {100} sind fast stets infolge zahlreicher, aus ihnen hervortretender, parallel der *c*-Axe neben einander gestellter Subindividuen der Form {110}, {100}, {001}, {101} stark vertical gestreift. Die Streifung entsteht hierbei durch den einspringenden Winkel je zweier Flächen von {010} an je zwei Subindividuen. Die Krystalle sind fast stets Zwillinge nach dem Albitgesetze, häufig auch nach dem Karlsbader, welche dann wieder nach (100) verzwillingt sind; wahrscheinlich kommen auch Zwillinge nach dem Periklingesetze vor.

Die Auslöschungsschiefe auf (001) gegen die Kante (001):(010) schwankte von 5^0—24^0, diese Abweichung vom theoretischen Werthe $-2^0 15'$ ist wahrscheinlich auf die oft sehr verwickelte Zwillingsbildung zurückzuführen.

Der Augit (Nr. 3) kommt in Krystallen der Comb. {110}, {100}, {010}, {111}, von 2—3 mm Länge und 0,5 mm Breite vor, der Prismenwinkel wurde genau zu $133^0 38'$ gemessen. Mitunter bildet der Augit auch lange, sehr dünne Nadeln, welche von der einen Seite des Blasenraumes zur entgegengesetzten ausgespannt sind. Die Krystalle sind oft ganz oder theilweise mit einem dünnen, weissen oder grünlichgrauen Ueberzuge versehen, {010} ist meist frei von ihm. Auslöschungsschiefe auf {010} 43^0—44^0, auf {100} gerade Auslöschung, Dichroismus schwach. Trotz des hohen Gehaltes an TiO_2 (3,35 %) zeigt der Augit nur für gewisse Strahlen eine in's Violette geneigte Farbe, sonst ist seine Farbe braun mit einem Stich in's Grünliche. Es steht dies Verhalten im Widerspruche mit der Annahme Knop's (diese Zeitschr. **10**, 75), nach welcher Titan-haltige Augite violette Farbe erkennen lassen.

Der Hyalosiderit tritt in glänzenden, meist äusserlich dunkelbraun gefärbten, im Inneren fast farblosen oder hellgrünlichen, nach der Brachyaxe säulenförmig ausgebildeten Krystallen der Comb. {021}, {010}, {100} auf, welche ausserdem noch unbestimmbare Domenflächen erkennen lassen. {021} zeigt Streifung im Sinne der Axe *a*. Die Krystalle sind oft an beiden Enden festgewachsen und lassen häufig regelmässige Verwachsung mit Täfelchen von Ilmenit erkennen, welche parallel (010) des Hyalosiderits gehen und über ihn hinausragen. Durch Zersetzung geht der Hyalosiderit in ein braunes, glanzloses Gemenge von Eisenhydroxyd und amorpher Kieselsäure über.

Der Ilmenit bildet dünn tafelförmige, in concentrirter, kalter Salzsäure völlig unlösliche Kryställchen, an denen ausser {0001} noch mit sehr schmalen Flächen {10$\bar{1}$1} beobachtet wurde. Ausser mit Hyalosiderit ist der Ilmenit auch mit Augit regelmässig verwachsen, indem er parallel (100) desselben eingelagert ist und über die Pyramidenflächen hinausragt.

Die Hornblende findet sich, vom Verf. schon früher beschrieben (diese Zeitschr. **11**, 442), in winzigen, hellbräunlichen bis graugelben Kryställchen der Form {110}, {100}, {010}, {001}, {111} auf Andesin, Augit, Ilmenit aufsitzend. Auslöschungsschiefe 18^0—20^0 gegen die Prismenkante, die Strahlen || c sind grün, ⊥ a hellbraunroth.

Die in den Blasenräumen vorkommenden Mineralien sind nicht durch Subli-

10. A. Cathrein (in Karlsruhe i. B.): **Ueber primäre Verwachsung von Rutil mit Glimmer und Eisenerz** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1888, **2**, 151—165). G. H. Williams hatte behauptet (diese Zeitschr. **15**, **638**), dass in dem mit Rutil verwachsenen Eisenerze von Big Quinnesec Falls am Menominee-Flusse in Nordamerika der Rutil sich secundär aus dem Ilmenit, durch Pseudomorphosirung (Eisenverlust) gebildet habe, wogegen Verf. die primäre Natur des ersteren hier unzweifelhaft nachweist. Verf. stellt zunächst fest, dass die von Williams angeführten Fälle einer secundären Entstehung von Titanmineralien, wie die Bildung von Leukoxen (diese Zeitschr. **10**, **442**), die von Rutil aus Titaneisen (Mann, diese Zeitschr. **9**, 575), von Anatas aus Titanit (Diller, ebenda **569**), von Rutil und Anatas aus Titansäure-haltigem Biotit (Stelzner, ebenda **575**), nicht mit dem Vorkommen von Big Quinnesec Falls in Vergleich gezogen werden können, da bei allen diesen die einheitliche krystallographische Orientirung der secundären Titanmineralien fehlt. Alsdann wird auf die der in Rede stehenden Verwachsung ganz analoge primäre gesetzmässige Verwachsung von Rutil mit Magnetit (Seligmann, diese Zeitschr. **1**, **340**; Verf. **8**, **321**), von Ilmenit mit Magnetit (Verf. diese Zeitschr. **12**, **40**) hingewiesen.

Was die Rutileinschlüsse in den Glimmern anbetrifft, so ist zwischen solchen primärer und secundärer Entstehung zu unterscheiden. Zu ersteren gehören die Einschlüsse der durch ihren Asterismus ausgezeichneten canadischen Phlogopite (von Templeton Lacroix, diese Zeitschr. **12**, **647**, von Ontario Sandberger **8**, **432**) und die der vom Verf. untersuchten Muscovite von South Burgess (nach Cohen's Mikrophotographie) und von Canada: in diesen sind die Verticalaxen der Rutile um 30°, 60°, 90°, beziehungsweise 120° und 150° gegen einander geneigt, d. h. unter Winkeln, welche den Formenverhältnissen des Glimmers selbst entsprechen und die auch bei anderen Einschlüssen, wie Eisenglanz und Turmalin im Phlogopit von Nordamerika, von Sphen im Meroxen von Pergine (Verhandl. d. geol. Reichsanst. 1887, Nr. 10) zeigen. Diese Anordnung der Einschlüsse, welche nicht auf die bekannten Zwillingsgesetze des Rutils zurückgeführt werden kann, ist dem orientirenden Einflusse des Glimmers während seiner Bildung auf die bereits fertigen Rutile zuzuschreiben. Gegen eine secundäre Entstehung des Rutils aus dem Glimmer spricht meistens schon ein zu geringer Titangehalt in letzterem. In den Fällen, in denen eine secundäre Bildung möglich erscheint, wie in den angeführten von Stelzner beschriebenen Biotiten, zeigen die Rutile keine regelmässige, durch die Formenverhältnisse des Wirthes bedingte Anordnung und demgemäss auch keinen Asterismus; höchstens eine Zwillingsbildung kann bei den Rutilen vorkommen.

Zwischen den von Williams unterschiedenen Bildungsweisen des Rutils, nämlich 1) primär und auf dem Titaneisen aufgewachsen (Eisenrose von Tavetsch), 2) primär durch das Erz gewachsen (Ilmenit von Tirol) besteht kein Unterschied, da bei den Eisenrosen vom Cavradi die Rutilkryställchen deutlich in die Fläche {0001} eingesenkt sind. Beim Weiterwachsen der Eisenrose, oder wenn die Rutilbildung schon eher beginnt, werden die Kryställchen vollständig eingeschlossen und erscheinen dann durch den Eisenglanz gewachsen. Durch Häufung der Rutilnädelchen entstehen vollständige Perimorphosen von Rutil, welche sich demnach völlig der vom Verf. beobachteten (diese Zeitschr. **6**, 2[illegible]8) mikroskopischen Durchwachsung von Ilmenit und Rutil und der von G. vom Rath (diese Zeitschr. **1**, 13) beschriebenen Pseudomorphose von Rutil nach Eisenglanz anschliessen. Bei diesen Verwachsungen ist die Anordnung des primären Rutils durch die Krystallisationskraft des Wirthes nach seinen hexagonalen

Symmetrieverhältnissen unter Winkeln von 60° erfolgt. Die Hauptgründe, welche Williams für die secundäre Natur der Rutile im Ilmenit von Big Quinnesec Falls anführt, nämlich der lose und poröse Charakter der Rutilzone und ihr Abstand vom Ilmenit, der Umstand, dass in Dünnschliffen unter dem Mikroskope beim Auflösen der Erzpartien kein Rutil mehr zum Vorschein kommt, das Auftreten der Rutile in den Spaltrissen des Ilmenits und ihre Sagenit-artige Verwachsung werden vom Verf. als durchaus unzutreffend erwiesen. Eine Spaltbarkeit ist weder am Ilmenit, noch Hämatit und Magnetit bekannt und die Verwachsung der Rutile erfolgt nach den Untersuchungen des Verfs. unter Winkeln von 60° und 90°, also unter Winkeln, welche sich nicht auf die bisher beim Rutil bekannten Zwillingsverwachsungen zurückführen lassen, die Orientirung der Rutilsäulchen erfolgt dabei parallel den Krystallumrissen des Erzes. Die vollständige Unhaltbarkeit der Williams'schen Annahme beweist Verf. endlich durch die Analyse des fraglichen Erzes von Big Quinnesec Falls, welche ergiebt, dass gar kein Ilmenit, sondern Magnetit mit einem sehr geringen Gehalte an TiO_2 vorliegt, welcher gar nicht zur Rutilbildung ausreichend gewesen wäre. Der Magnetit hat die Zusammensetzung $Fe_2O_3 = 75,64$, $Al_2O_3 = 11,32$, $CaO = 4,66$, $MgO = 6,58$, $S = 2,91$, $TiO_2 = 0,96$, Summe $= 102,07$. Ein Theil des Eisens war als Oxydul vorhanden, konnte aber aus Mangel an Material nicht bestimmt werden; CaO und ein Theil von Al_2O_3 stammt aus beigemengtem Plagioklas, ein anderer Theil von Al_2O_3 und MgO aus Chlorit.

Durch den Nachweis, dass das fragliche Eisenerz Magnetit, nicht Ilmenit sei, wird auch das Auftreten rectangulärer Rutilnetze in ihm erklärlich.

Ref.: H. Traube.

11. H. Rauff (in Bonn): **Ueber eine verbesserte Steinschneidemaschine, sowie über einen von M. Wolz in Bonn construirten, damit verbundenen Schleifapparat zur Herstellung genau orientirter Krystallplatten** (Ebenda, 230—246 mit einer Tafel und vier Holzschnitten) (vgl. diese Zeitschr. **18**, 680). Die vom Verf. unter dem technischen Beirathe von Wolz construirte Steinschneidemaschine, welche wie die bisher in Gebrauch befindliche durch Schwungrad mit Tretvorrichtung in Bewegung gesetzt wird, aber durch eine besonders feste Lagerconstruction ausgezeichnet ist, enthält die wesentlichen Theile einer Drehbank, wobei der zu schneidende Stein, wie der Meissel auf der Drehbank in den verschiedensten Lagen genau gegen die Schneidscheibe eingestellt werden kann. Da für diesen Zweck eine Justirvorrichtung, wie sie an den Goniometern üblich ist, zu kostspielig gewesen wäre, so ist die Einrichtung in der Weise getroffen, dass auf der festen Brücke der Maschine zwei über einander liegende Schlitten angebracht sind, wobei der untere mit Coulissenführung auf seiner Unterlage leicht gleitend eine horizontale Bewegung von vorn nach hinten ausführt. Auf diesem unteren Schlitten ruht ein um eine verticale Axe drehbarer halbkugeliger Hohlkörper, welcher sich auf seiner Unterlage arretiren lässt, und das feste Führungsstück eines zweiten oberen Schlittens, dem mittelst Spindel und Kurbel eine horizontale Bewegung von rechts nach links und umgekehrt ertheilt werden kann. Da das Führungsstück des oberen Schlittens mit dem halbkugeligen Hohlkörper fest verbunden ist, so können bei Drehung des letzteren die beiden Schlitten und ihre Bewegungsvorrichtungen unter jedem beliebigen Winkel gegen einander eingestellt werden. Der obere Schlitten trägt die Einspannvorrichtung, einen Parallelschraubstock mit einer Spannweite von 200 mm, de[illegible] mit Holz gefüttert sind. Dieser Schraubstock ist um eine hori[illegible]

bar, welche bei normaler Stellung des oberen Schlittens genau parallel ist mit der Richtung der Welle der Schneidemaschine, man kann also grössere Stücke von verschiedenen Seiten anschneiden, ohne sie heraus zu nehmen. Durch eine geeignete Vorrichtung kann ferner eine Drehung des Schraubstockes und gleichzeitig der zu durchschneidenden Fläche des eingespannten Steines um eine horizontale, von vorn nach hinten laufende Axe ausgeführt werden. Auf dem unteren Schlitten ist ferner ein Hebel angebracht, durch welchen die Einspannvorrichtung mit dem zu durchschneidenden Steine an die Schneidscheibe fest angedrückt werden kann, der untere Schlitten wird mit den auf ihm ruhenden Vorrichtungen durch ein passend schweres Gewicht in Bewegung gesetzt.

Durch diese Einrichtungen ist es also möglich, Steine nach bestimmten Ebenen genau zu schneiden und namentlich in einem Stücke mehrere einander parallele Schnitte zu erhalten. Kleine und zerbrechliche Stücke werden beim Schneiden am besten vorher auf die die Jahresringe tragende Seite eines rohen Holzklötzchens angekittet und dann eingespannt. Beim Schneiden mit Schmirgel wendet man als Kitt ein Gemisch aus gleichen Theilen Wachs, Colophonium oder Schellack, beim Schneiden mit Diamant am besten Siegellack an.

Eine wichtige Neuerung ist der Maschine dadurch gegeben, dass die Schneidscheiben durch eine einfache, sehr kurze Zeit erfordernde Operation auf ihr selbst hergestellt und wenn unrund, wieder abgedreht und neu centrirt werden können. Um unrunde Scheiben abzudrehen, wird an Stelle der Einspannvorrichtung ein Drehstahl befestigt und an Stelle des oben erwähnten Hebels eine Spindel mit Kurbel angebracht, welche es ermöglicht, beide Schlitten zu bewegen und den Drehstahl fest einzustellen. Sollen die Schneidscheiben selbst hergestellt werden, so schneidet man sie zunächst mit der Scheere aus Weissblech (0,4 mm stark für kleine, 0,55—0,6 mm stark für grössere Scheiben) möglichst kreisrund und befestigt sie mittelst Klemmplättchen an eine Holzscheibe, welche an Stelle der Schneidscheibe auf die Maschine aufgesetzt wird. Zuerst wird das centrale Loch genau ausgedreht, die Scheibe abgenommen, auf den Scheibenträger der Maschine aufgesetzt und mittelst des Drehstahles abgedreht.

Die Schneidscheiben können mit Schmirgel oder besser mit Diamantpulver besetzt werden. Beim Schneiden mit Diamant werden in den Rand der Scheibe mit einem Messer sehr feine und wenig tiefe, radial gerichtete Einschnitte in nahezu gleichen Abständen geschlagen und die Scheibe mit feinem mit Petroleum angerührten Diamantpulver bestrichen. Das abgeschleuderte Petroleum wird in trommelartigen, mit Glasfenstern versehenen Schutzblechen, welche in einen Sammelkasten führen, aufgefangen. Bei Anwendung von Schmirgel wird der mit Wasser zu einem dicken Brei angerührte Schmirgel beständig auf den Rand der rotirenden Scheibe aufgetragen und Welle und Lager der Maschine zum Schutze gegen abgeschleuderte Schmirgelkörnchen gleichfalls durch Blechkästen eingeschlossen.

Mit dieser Maschine kann ein kleiner, von M. Wolz construirter Apparat verbunden werden, mittelst welchem man Krystallplatten parallel und senkrecht zu einer natürlichen Fläche (also besonders $\#$ zur Ebene der optischen Axen) oder als gerade Abstumpfung zweier symmetrisch gelegener Flächen anschleifen kann. Er besteht aus einer Schleifscheibe und einem an den Lagerstuhl angesetzten Zeiger, welcher das mit Punkttheilung versehene Triebrad in den Quadranten zu fixiren gestattet. An diesem Apparate ist eine mit 4—5 mm breiten, seitlichen Schlitzen versehene, vorn mit einer durchbohrten Kapsel besetzte Hülse aufgeschraubt, welche centrirt und justirt werden kann. In der Kapsel werden mittelst vier verschiebbarer, keilförmiger, senkrecht zu einander stehender Metallstückchen der

Krystall resp. die Platte annähernd orientirt eingeklemmt und mit Siegellack festgekittet. Soll eine Fläche parallel zu einer vorhandenen geschliffen werden, so wird der Krystall so eingekittet, dass die natürliche Fläche in die Hülse kommt (er bleibt durch die seitlichen Schlitze der Hülse sichtbar), alsdann wird in passender Entfernung in der Höhe der Hülse ein Licht aufgestellt und in bekannter Weise durch Drehung um 180° bei Beobachtung des Flammenbildes die Platte mittelst der Centrir- und Justirvorrichtung senkrecht zur Drehungsaxe gestellt. Soll eine Fläche senkrecht zu einer natürlichen geschnitten werden, so muss diese letztere ausserhalb des Hülsenendes zu liegen kommen, das Licht wird hinter der Maschine aufgestellt und vor den Krystall in einer Entfernung von ca. 30 cm ein Loth so aufgehängt, dass die durch Loth und Licht gegebene Ebene annähernd senkrecht auf der Krystallfläche steht. Die richtige Lage der Krystallplatte wird in ähnlicher Weise durch Beobachtung des Flammenbildes ermittelt. Soll zu zwei Flächen, die einen Winkel mit einander bilden, die gerade Abstumpfungsfläche geschliffen werden, so wird der vorgeschliffene Krystall so in die Hülse eingekittet, dass die beiden Flächen durch die Schlitze leicht zu beleuchten sind, das Bild des ziemlich weit seitlich des Beobachters aufgestellten Lichtes durch ein Punktdiopter in der Mitte der einen Fläche liegend fixirt und nach Beobachtung der Lage des Flammenbildes auf der anderen Fläche die Stellung der Hülse corrigirt. Nach diesen Vorkehrungen wird die Schleifscheibe des Apparates an der Maschine befestigt und so orientirt, dass sie genau senkrecht zur Drehungsaxe der Welle der Maschine steht.

Ref.: H. Traube.

12. H. Traube (in Berlin): **Mineralogische Mittheilungen: 1) Wiederholungszwillinge von Kalkspath vom kleinen Schwabenberge bei Ofen; 2) Bleiglanz von Bottino in Toscana; 3) Quarz mit fraglicher Geradendfläche von Striegau** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1888, **2**, 252—255). 1) Weingelbe, durchscheinende, bis 2,5 cm grosse Kalkspathkrystalle waren auf einer Generation älterer Individuen dieses Minerals (Skalenoëder $\{21\bar{3}1\}$) aufgewachsen und zeigten die Combination $\{21\bar{3}1\}$, $\{21\bar{3}4\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{30\bar{3}1\}$, $\{90\bar{9}1\}$, $\{10\bar{1}0\}$. Alle Krystalle der jüngeren Bildung waren Wiederholungszwillinge mit deutlich einspringendem Winkel (Drillinge und Vierlinge) nach (0001). Bei einigen Drillingskrystallen bildete das mittlere Individuum eine schwer erkennbare nur Millimeter dünne Lamelle, und die Polkanten der Skalenoëder und Rhomboëder lagen an den durch den einspringenden Winkel als deutliche Zwillinge charakterisirten Krystallen wie bei einem einfachen Individuum. Auch bei den Vierlingen waren die beiden mittleren Individuen oft nur als schmale Lamellen ausgebildet. Die Begrenzungslinien der über einander liegenden Individuen verliefen nicht immer geradlinig, die Individuen griffen mehrfach in einander über.

2) An sehr glattflächigen und glänzenden, 0,5 bis 1 cm grossen Bleiglanz-Krystallen von Bottino wurden die Formen {111}, {100}, {221}, {772}, {10.10.9}, {533}, {40.1.9}, {15.1.0} beobachtet. *O* ist stets die vorherrschende Form, auch der Würfel tritt mit ziemlich grossen Flächen auf. Der flächenreichste Krystall liess die Combination {111}, {100}, {772}, {533}, {40.1.4}, {15.1.0} erkennen. Von den beobachteten Formen sind neu {772}, {10.10.9}, {533}, {40.1.4}, {15.1.0}.

		Gemessen:	Berechnet:
(111):(772)	=	13° 58′	13° 50′ 34″
(111):(10.10.9)	=	2 47	2 45 56
(100):(533)	=	10 23	10 18 56
(100):(40.1.1)	=	2 4	2 1 28
(100):(15.1.0)	=	4 1	3 48 50

3) Rauchquarze von Striegau, welche sich zusammen mit Desmin, Heulandit, Axinit, Meroxen, Strigovit und Epidot fanden und eine Grösse von 0,5—3,55 cm besassen, liessen an der Combinationskante zweier einander gegenüber liegender, besonders gross ausgebildeter Rhomboëderflächen eine Anzahl sehr schmaler, aber scharf begrenzter, deutlich spiegelnder Flächen erkennen, welche sehr stumpfen Rhomboëdern angehörten. Bei einem Krystalle, einem Zwillinge eines Rechts- und eines Linksquarzes, welcher die Combination {$10\bar{1}0$}, {$10\bar{1}1$}, {$20\bar{2}3$}, {$10\bar{1}2$}, {$20\bar{2}5$}, {$01\bar{1}1$}, {$02\bar{2}5$}, {$11\bar{2}1$}, {$2\bar{1}\bar{1}1$}, {$51\bar{6}1$}, {$6\bar{1}\bar{5}1$} zeigte, wurde durch Schimmermessung noch eine Fläche gemessen, welche nur um + 24′ resp. — 30′ von der Lage der Basis gegen {$10\bar{1}1$} (berechnet 51° 47′) abwich. Da sich aber bei der Messung Schwankungen von 30′—51′ ergaben und so stumpfe Rhomboëder wie {$1.0.\bar{1}.20$} und das von Websky (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1871, S. 822) bestimmte {$1.0.\bar{1}.32$} an den Quarzen von Striegau beobachtet wurden, ist das Auftreten der Basis hier nicht als sicher festgestellt zu betrachten. Das Rhomboëder {$1.0.\bar{1}.20$}, welches für den Quarz neu ist, wurde an einem Krystalle, Zwilling zweier Rechtsquarze, der Comb. {$10\bar{1}0$}, {$61\bar{5}0$}, {$10\bar{1}1$}, {$20\bar{2}5$}, {$10\bar{1}7$}, {$1.0.\bar{1}.20$}, {$80\bar{8}5$}, {$01\bar{1}1$}, {$02\bar{2}5$}, {$08\bar{8}5$}, {$11\bar{2}1$}, {$51\bar{6}1$}, {$71\bar{8}1$} gemessen.

		Gemessen:	Berechnet:
($1.0.\bar{1}.20$):($20\bar{2}5$)	=	29° 21′	29° 30′ 4″

Ref.: H. Traube.

18. P. Hautefeuille und **A. Perrey** (in Paris): **Darstellung krystallisirter Aluminium- und Berylliumverbindungen** (Compt. rend. 1888, **106**, 487—489).

Amorphe Thonerde löst sich in geschmolzenem Alkalisulfid und krystallisirt daraus bei beginnender Rothgluth.

Ebenso verhält sich Berylliumoxyd, und auch durch Hinzufügen von Alkalicarbonat wird die Einwirkung nicht merklich verzögert. Die Krystalle sind einaxig, positiv und hemimorph, indem nur auf einer Seite des hexagonalen Prismas die Flächen der Pyramide auftreten. Bei Erhöhung der Temperatur entstehen aus reinem Natriumsulfid Krystalle, welche aus einer halben spitzen Pyramide*) bestehen, während die Krystalle aus Kaliumsulfid ein Prisma mit Pyramide zweiter Ordnung zeigen. Aus einem Gemenge von Sulfid und Carbonat endlich entstehen Haufwerke von hexagonalen Tafeln und Prismen, deren Basis sich fortwährend verjüngt.

---

*) Die Hemimorphie des Berylliumoxyds wurde schon früher beobachtet, und ist deshalb von hervorragendem Interesse, weil auch die Hemimorphie des isomorphen Zinkoxyds nachgewiesen ist, und dadurch der vollständige Parallelismus der Reihen der Monosulfide und Monoxyde erkannt wurde. Zur Illustrirung obiger Beschreibung vergleiche die Figur bei Förstner, über künstlichen Wurtzit, diese Zeitschr. 1881, **5**, 363 und bei Dana, Mineralogische Notizen, diese Zeitschr. 1887, **12**, 460. (Anmerkung des Referenten.)

Ein Gemenge von Thonerde und Berylliumoxyd, mit einem Alkalisulfid erhitzt, giebt Chrysoberyll in perlmutter-diamantglänzenden, rhombischen Tafeln. Das reinste Material erhält man aus: 100 Th. Al_2O_3, 40 BeO, 650 $NaKSO_4$, 150 C, welche nach dem Auslaugen der Schmelze mit Wasser und Schwefelsäure 80 Th. Chrysoberyll liefern. Ein beliebiges Gemenge von Al_2O_3 und BeO liefert stets Chrysoberyll, dessen Menge man aber durch Zusatz von Carbonat verringern kann, so zwar, dass beim Ueberwiegen des letzteren über das Sulfid fast alles BeO für sich auskrystallisirt, und man durch Auflösen desselben in H_2SO_4 reines Berylliumsalz erhalten kann.

Ref.: E. Weinschenk.

14. A. Des Cloizeaux (in Paris): **Krystallform künstlicher Rubine** (Ebenda 567). Die schönen, von Fremy (s. diese Zeitschr. 14, 602) erhaltenen Rubinkrystalle zeigen in verschiedenen Darstellungen folgende Combinationen: dreiseitige Tafeln $\{0001\}0R$, $\{10\bar{1}1\}R$, zuweilen mit kleinen Flächen von $\{11\bar{2}3\}\frac{2}{3}P2$; $\{0001\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}1\}-R$, nach einer Nebenaxe verlängerte Tafeln; sechsseitige Tafeln $\{0001\}$, $\{10\bar{1}1\}$ mit untergeordnetem $\{11\bar{2}0\}\infty P2$, $\{0\bar{2}21\}-2R$ und $\{22\bar{4}3\}\frac{4}{3}P2$. Die für Korund neue Form $\{11\bar{2}3\}$ ergab:

	Beobachtet:		Berechnet nach Miller:
$(11\bar{2}3):(0001)$	$= 42^0 14'$		$42^0 15\frac{1}{2}'$
$(11\bar{2}3):(10\bar{1}1)$	$= 27$	appr.	27 19
$(11\bar{2}3):(2\bar{1}\bar{1}3)$	$= 39$ 55	-	39 18

Die übrigen Messungen stimmen auf wenige Minuten mit den berechneten Werthen überein.

Ref.: P. Groth.

15. A. Lacroix (in Paris): **Ueber den Bobierrit** (Ebenda, 631). Eine nierenförmige Masse des Bobierrit von Mejillones in Chile war bedeckt mit harten Krystallen eines anderen Magnesiumphosphates, welche jedoch von dem massenhaft eingewachsenen Bobierrit nicht getrennt werden konnten. Im Inneren besteht das Stück nur aus letzterem Minerale, welches ein lockeres Aggregat dünner, weisser Nadeln von höchstens 0,1 mm Länge bildet. Diese sind nach der Verticalaxe verlängerte, dünntafelförmige Combinationen $\{010\}$, $\{110\}$, $\{100\}$, am Ende ist zuweilen eine zu (100) unter 77^0 geneigte Fläche zu beobachten. Spaltbarkeit nach (010). Optische Axenebene $\perp(010)$, Doppelbrechung $+$; erste Mittellinie in (010) unter 34^0 zu (100); $2E = 125^0$ ca., schwache Dispersion $\varrho < v$. Spec. Gew. 2,41.

Die Analyse der in Salpetersäure löslichen Substanz ergab:

P_2O_5	29,97	29,55
MgO	34,59	34,98
H_2O	35,38	35,47
	99,94	100,00

Die letzteren Zahlen entsprechen der Formel: $Mg_3P_2O_8.8H_2O$. Das Mineral gehört also, wie auch die krystallographischen und optischen Verhältnisse beweisen, der isomorphen Gruppe des Vivianit an.

Ref.: P. Groth.

16. A. Michel-Lévy und A. Lacroix (in Paris): **Brechbarkeit und Doppelbrechung gesteinsbildender Mineralien** (Compt. rend. 1888, **106**, 777). Von einer Reihe bisher noch ungenügend in dieser Richtung untersuchter Mineralien wurde, behufs petrographischer Verwerthung*), die Brechbarkeit mit dem Bertrand'schen Refractometer, die Doppelbrechung mit dem Comparator von Michel-Lévy, beides für *Na*-Licht, bestimmt und gefunden:

	Auslöschungsschiefe d. Zone d. Verlänger. und deren Vorzeichen:	Sinn der Doppel-brechung:	α	β	γ
Amblygonit, Montebras	-	—	1,597	1,593	1,579
Strahlstein, Zillerthal	+ 15°	—	1,636	1,627	1,611
Richterit, Långban	+ 20	—	1,64	1,63	1,62
Gem. Hornblende, Kragerö	+ 15 bis 22°	—	1,653	1,642	1,630
Eisenreiche Hornblende, Böhmen	+ 0 - 10	—	1,752	1,725	1,680
Pargasit, Pargas	+ 18 - 21	+	1,632	1,620	1,613
Arfvedsonit, Langesundfjord	+ 0 - 12	—	1,708	1,707	1,687
Anthophyllit, Kongsberg	+ 0	+	1,657	1,642	1,633
Ardennit, Salm-Château	+ 0	+	-	-	-
Astrophyllit, Langesundfjord	+ 0	+	1,733	1,703	1,678
Autunit, Autun	+ 0	—	1,577	1,575	1,553
Cancrinit, Litchfield, Mass.	— 0	—	1,524	-	1,495
Katapleït, Langesundfjord	— 0	—	1,629	-	1,599
Klinochlor, Ural	— 15	+	1,596	1,588	1,585
Clintonit, Warwick	+ 1	—	1,658	1,657	1,646
Diaspor, Schemnitz	— 0	+	1,750	1,722	1,702
Disthen, St. Gotthardt	+ 30	—	1,728	1,720	1,712
Dumortierit, Beaunan	— 0	—	-	1,65	-
Eukolit, Langesundfjord	-	—	1,622	-	1,618
Gehlenit, Monzoni	— 0	—	1,663	-	1,658
Helvin, Langesundfjord	-	-	-	1,739	-
Chondrodit, Kafveltorp	-	+	1,639	1,619	1,607
Hydrargillit, Brasilien	± 45	+	-	1,59	-
Klaprothit, Minas Geraës	-	—	1,639	1,632	1,603
Leukophan, Langesundfjord	-	—	1,594	1,591	1,570
Phlogopit, Pennsylvanien	+ 0	—	1,606	-	1,562
Muscovit, Hitterö	+ 0	—	1,613	1,610	1,571
Petalit, Utö	-	+	1,516	1,510	1,504
Diallag, Cap Lizard	+ 39	+	1,703	1,681	1,679
Augit, Auvergne	+ 40	+	1,728	1,712	1,706
Aigirin, Langesundfjord	— 5	—	-	1,808	-
Hypersthen, Labrador	+ 0	+	1,705	1,702	1,692
Antigorit, Wallis	+ 0	—	1,571	1,570	1,560
Sillimanit, Morlaix	+ 0	+	1,680	1,661	1,659
Staurolith, St. Gotthardt	+ 0	+	1,746	1,741	1,736
Thaumasit, Arekustan	— 0	—	1,507	-	1,468
Völknerit, Snarum	+ 0	—	-	1,47	-

*) S. hierüber besonders das inzwischen erschienene Werk beider Autoren: Les minéraux des roches, Paris 1888. Der Ref.

	Auslöschungsschiefe d. Zone d. Verlänger. und deren Vorzeichen:	Sinn der Doppelbrechung:	α	β	γ
Wagnerit, Bamle	-	+	1,582	1,570	1,569
Wöhlerit, Langesundfjord	± 45°	—	1,726	1,716	1,700
Wollastonit, Moravitza	± 0	—	1,635	1,633	1,621
Zoisit, Kärnthen	± 0	+	1,702	1,696	1,696

Ref.: P. Groth.

17. **H. Dufet** (in Paris): **Künstlicher Pharmakolith** (Compt. rend. 1888, **106**, 1238. — Bull. soc. fr. d. Min. 1888, **11**, 187). Durch langsame Diffusion der Lösungen von Calciumnitrat und Dinatriumarseniat erhält man bis 5 mm grosse, gut ausgebildete Krystalle des Salzes $AsO_4CaH.2H_2O$ (H_2O gef. 20,94, ber. 20,83), welches vollkommen isomorph ist mit dem Brushit $PO_4CaH.2H_2O$, daher der früher gefundene höhere Wassergehalt des natürlichen Pharmakoliths durch Verunreinigungen des Materials verursacht sein muss. Beobachtete Formen: {010}, {110}, {310}, {011}, {32$\bar{1}$}.

(Brushit: $a:b:c = 0,6137:1:0,3622$
$\beta = 83°24'$),

$a:b:c = 0,6236:1:0,3548$
$\beta = 83°13'$.

	Beobachtet:	Berechnet:
(110):(010) =	58°43'	58°43'
(310):(110) =	*19 50	—
(310):(3$\bar{1}$0) =	22 55	22 54
(011):(010) =	*70 35	—
(310):(32$\bar{1}$) =	*31 23	—
(310):(01$\bar{1}$) =	92 47	92 19
(310):(011) =	—	80 6
(32$\bar{1}$):(3$\bar{2}\bar{1}$) =	40 39	40 33
(32$\bar{1}$):(3$\bar{1}$0) =	44 29	44 15
(11$\bar{1}$):(010) =	—	72 12
(11$\bar{1}$):(110) =	—	59 42
(001):(110) =	—	84 22

Doppelbrechung —. Erste Mittellinie, in (010), bildet mit (001) 29°, mit der Verticalaxe 67½°; keine merkliche gekreuzte Dispersion in der Richtung der zweiten Mittellinie; in letzterer wurde in Bromnaphtalin beobachtet:

$$2H_0 = 97°6' \; Li, \quad 95°0' \; Na, \quad 94°12' \; Tl.$$

Daraus folgt unter Vernachlässigung der Dispersionsverschiedenheit mittelst des unten gegebenen β:

$$2V = 77°5' \; Li, \quad 79°24' \; Na, \quad 80°18' \; Tl.$$

Temperatur 19° C. Aenderung für 1° = — 10'.

Durch directe Bestimmung von γ durch Totalreflexion und Messung der Doppelbrechung der Axenplatten ergab sich schliesslich für *Na* und 19° C.:

$$\alpha = 1,5825; \quad \beta = 1,5891; \quad \gamma = 1,5037;$$

woraus $2V = 79^\circ 30'$.

Ref.: P. Groth.

18. A. Des Cloizeaux (in Paris): **Ueber die optischen Eigenschaften des Pharmakolith** (Compt. rend. 1888, **106**, 1215. Bull. soc. fr. d. min. 1888, **11**, 192). Der Verf. untersuchte sowohl natürliche Krystalle, als auch die von Dufet (s. vor. Nr.) künstlich dargestellten.

Optische Axenebene $\perp(010)$ im stumpfen Winkel (001):(100), bildet im weissen Lichte

mit Axe a:	27° 4′ (nat. Kryst.),	27° 7′ (künstl. Kryst.)
- - c:	69 42 (- -),	69 39 (- -)

Platten ‖ (010) ergaben in Oel:

$2H_0$ für Roth:	113° 27′ (nat. Kryst.),	114° 30′ (künstl. Kryst.)
- - Gelb:	112 20 (- -),	113 30 (- -)
- - Blau:	111 47 (- -).	

Dieselben zeigen eine etwas anomale Dispersion der Hyperbeln, rothviolett innen, grün aussen, daher $\varrho > v$.

Die Messungen der Winkel der Krystalle stimmen mit denen von Dufet und Haidinger überein. An nadelförmigen Exemplaren von Joachimsthal aus der Adam'schen Sammlung wurde beobachtet {331}:

(331):(010) =	63° 30′ beob.,	63° 20′ ber.
(301):(001) =	55 15 -	55 7 -

Von der Differenz im Wassergehalte, welche die Analysen des natürlichen Pharmakolith ergaben (s. oben), vermuthet der Verf., dass sie durch eine Beimengung des gewöhnlich mit vorkommenden Wapplerit hervorgebracht worden sei.

Ref.: P. Groth.

19. Pionchon (in Paris ?): **Specifische Wärme des Quarzes** (Compt. rend. 1888, **106**, 1344). Für Temperaturen von 0° bis 400° wächst die specifische Wärme bedeutend mit der Temperatur t und ist gegeben durch die Formel:

$$\gamma_t = 0,1737 + 0,000394\, t - 0,000000027\, t^3.$$

Von 400° bis 1200° ist sie constant = 0,305.

Eine ähnliche Verschiedenheit des Verhaltens in niederer und höherer Temperatur fand Joubert für das Drehungsvermögen (s. diese Zeitschr. **8**, 440).

Ref.: P. Groth.

20. A. Michel-Lévy und **A. Lacroix** (in Paris): **Neues Vorkommen von Dumortierit** (Ebenda, 1546). Zu den bisherigen Fundorten Beaunan und Wolfshau im Riesengebirge fügen die Verf. noch hinzu Vedestrand in Norwegen, wo das Mineral in Gneiss, zusammen mit Sillimanit im Cordierit vorkommt, und zwar in dünnen Fasern, welche mikroskopisch durch ihr negatives Vorzeichen, geringere

Doppelbrechung (0,010) und ihren Pleochroismus (*a* intensiv blau, *b* und *c* blassgelblich) vom Sillimanit zu unterscheiden sind. Querschnitte zeigen $(110):(1\bar{1}0) = 60^0$ ca. und Zwillingsbildung nach (110). $2V = 35^0$, Dispersion stark, $v > \varrho$.

Ref.: P. Groth.

21. A. von Schulten (in Helsingfors): **Ueber einige krystallisirte Cadmiumverbindungen** (Ebenda, 1674). $Cd\,Cl.OH$, erhalten durch Einwirkung von $CdCl_2$ auf $CaCO_3$. Hexagonale Prismen mit — Doppelbrechung.

$Cd\,Br.OH$, in ähnlicher Weise dargestellt, bildet Gyps-ähnliche Zwillinge, mit ca. 25^0 Axenwinkel, erste Mittellinie $\perp(010)$.

Ref.: P. Groth.

22. P. Hautefeuille und **A. Perrey** (in Paris): **Darstellung von Phenakit und Smaragd** (Ebenda, 1800). 4,8 g SiO_2, 1,5 g BeO, 20 g Li_3VO_4, 1,5 g Li_2CO_3 im Platintiegel 14 Tage lang auf 600^0—700^0 erhitzt, giebt ein aus Krystallen bestehendes Gemenge von Phenakit, Quarz, Tridymit und Lithiumfeldspath, aus welchem der erstere durch Behandeln mit Flusssäure isolirt werden kann. Die Krystalle zeigen $\varkappa\{10\bar{1}1\}$ (beob. Winkel $63^0\,15'$—$35'$) mit kleinen Flächen von $\varkappa\{01\bar{1}2\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{10\bar{1}0\}$, zuweilen $\varkappa\{3\bar{2}\bar{1}1\}$. Der bei ca. 1000^0 erhaltene Phenakit zeigt dagegen die Combination $\{10\bar{1}0\}$, $\varkappa\{10\bar{1}1\}$. Normal einaxig, positiv.

Eine Mischung von SiO_2, Al_2O_3 und BeO mit einem Ueberschusse von saurem Lithiummolybdat bei dunkler Rothgluth (der Schmelztemperatur des letzteren Salzes) 24 Stunden und dann bis 800^0 während 14 Tage erhitzt, giebt zuerst Oktaëder einer Lithium-haltigen Verbindung, dann Krystalle von Beryll, welche auf Kosten der ersteren und schliesslich der kleineren Krystalle der eigenen Substanz wachsen. Dieselben bilden dicke Prismen mit Basis; andere Flächen nur sehr untergeordnet. Durch Zusatz von Chromoxyd werden sie grün, durch Eisenoxyd grünlichgelb.

Ref.: P. Groth.

23. A. Duboin (in Paris): **Ueber einige Yttriumverbindungen** (Ebenda, **107**, 99). Yttriumsilicat, Y_2SiO_5, erhalten durch Schmelzen der Bestandtheile mit einem grossen Ueberschusse von Chlorcalcium, bildet bis 0,2 mm lange, monosymmetrische Krystalle; entweder rhombische Tafeln $\{001\}$, begrenzt von $\{110\}$ [ebener Winkel auf $(001) = 40^0$], untergeordnet $\{100\}$ und $\{010\}$; oder tafelförmig nach $\{010\}$ mit den Endflächen $\{001\}$, $\{\bar{1}01\}$ [$(001):(100) = 86^0$, $(10\bar{1}):(100) = 35^0$]. Die Krystalle der zweiten Art löschen unter 31^0 zur Verticalaxe aus; optische Axenebene (010), $2E = 35^0$ ca.; starke Doppelbrechung (Max. 0,040), positiv.

Wendet man das Verfahren Lechartier's zur Darstellung von Bisilicaten an, so erhält man ein Gemenge von Nadeln eines Yttriumcalciumsilicates mit hexaëdrischen Krystallen von Yttriumoxyd. Dieselbe Substanz erhält man in stark lichtbrechenden, aber vollkommen optisch isotropen Ikositetraëdern durch zweistündiges Schmelzen des amorphen Oxyds mit Chlorcalcium bei Rothgluth.

Ref.: P. Groth.

24. A. von Schulten (in Helsingfors): **Krystallform der wasserfreien Sulfate von Zink und Cadmium** (Compt. rend. 1888, 107, 405). Durch langsames Verdunsten einer Lösung der Sulfate in concentrirter Schwefelsäure erhält man dieselben in 1—2 mm grossen Krystallen, welche sich durch vorsichtiges Erhitzen (das Zinksalz wird schon bei dunkler Rothgluth undurchsichtig) von der anhaftenden Säure befreien lassen.

$ZnSO_4$ (künstlicher Zinkosit): rectanguläre Tafeln {001} mit {011} und {101}. $(011):(01\bar{1}) = 70^0 33'$, $(101):(10\bar{1}) = 64^0 32'$; optische Axenebene (010).

$CdSO_4$: Combination {001}, {110}, {001} und zuweilen sehr klein ein Makrodoma. $(110):(1\bar{1}0) = 89^0 58'$, $(011):(01\bar{1}) = 70^0 52'$. Gewöhnlich Durchkreuzungszwillinge nach (110). Optische Axenebene (100).

Ref.: P. Groth.

25. P. Hautefeuille und **A. Perrey** (in Paris): **Ueber Silicatverbindungen des Beryllium** (Ebenda, 786). Die Verf. erhielten durch Erhitzen von $4 SiO_2$, $1 Al_2O_3$, $1 K_2O$ in einem Ueberschusse von neutralem Kaliumvanadat bei 600°—800° stets Ikositetraëder {211}, deren Kieselsäuregehalt von $4 SiO_2$ (entsprechend der Formel des Leucit) bis $5 SiO_2$ variirte. Wurde die Thonerde durch die äquivalente Menge Beryllerde ersetzt, so zeigten zwar die Krystalle die gleiche Form, aber nicht nur in derselben Weise verschiedenen Kieselsäure-, sondern auch verschiedenen Berylliumgehalt. Das dem Leucit analoge Silicat $K_2 Be_3 Si_4 O_{12}$ wurde erhalten, wenn die Schmelzmasse ursprünglich neutral war; bei alkalischer Beschaffenheit ein Salz mit nur halb so viel Beryllium; beide in einschlussfreien, durchsichtigen Krystallen, welche durch die Klein'sche Lösung von schwereren getrennt wurden, deren Zusammensetzung sich als eine intermediäre ergab. Die gleichen Silicate konnten dargestellt werden mit wechselnden Mengen von Al_2O_3 und BeO, ebenso mit Fe_2O_3 und BeO. Auch in einem prismatisch krystallisirten Silicate von der Zusammensetzung des Orthoklas, dargestellt durch Schmelzen von Thonerde und Kieselsäure in Kaliumvanadat, konnte bis zu $\frac{1}{4}$ der Thonerde durch Berylliumoxyd isomorph ersetzt werden. Die Verf. betrachten daher das letztere als ein Sesquioxyd, eine Ansicht, welche sich chemisch wohl nicht mehr aufrecht erhalten lässt.

Ref.: P. Groth.

26. Dieselben: Künstliche Darstellung des Zirkon (Ebenda, 1000). Ein Gemenge von Zirkonerde und Kieselsäure mit dem ca. sechsfachen Lithiumbimolybdat im Platintiegel in der Muffel einen Monat lang auf einer zwischen 700° und 1000° liegenden Temperatur gehalten, liefert messbare Zirkonkrystalle, länger prismatisch bei Ueberschuss der Zirkonerde, während sich bei Anwendung von mehr SiO_2 kürzere Krystalle bilden und daneben Tridymit entsteht. Der so erhaltene Zirkon besitzt die Combination {110}, {111}, manchmal mit kleinen Flächen einer Pyramide zweiter Ordnung; $(110):(111) = 47^0 48'$ beob. Schliffe nach (001) zeigen Stellen mit schwacher Zweiaxigkeit.

Ref.: P. Groth.

27. Dieselben: Darstellung eines Eisenoxyd-Orthoklas (Ebenda, 1150). Wenn man in eine Schmelze von 28 Th. neutralem Kaliumvanadat und 10 Th. Salpeter bei 700° eine Mischung von 18 Th. Kieselsäure und 8 Th. Eisenoxyd

einträgt, so bilden sich zuerst die doppeltbrechenden Ikositetraëder des Eisenleucit (diese Zeitschr. **5**, 411), bei fortgesetztem Erhitzen wird die Masse wieder flüssig und nach einem Monat bilden sich an den Wänden des Tiegels Krystallkrusten, welche man durch Wasser und kalte Kalilauge isoliren kann. Dieselben sind nach der Formel $KFeSi_3O_8$ zusammengesetzt und zeigen die Orthoklascombination $\{001\}$, $\{110\}$, $\{010\}$, $\{10\bar{1}\}$, $\{20\bar{1}\}$, $\{201\}$, $\{44\bar{1}\}$. $(110):(1\bar{1}0) = 61^0 2'$, $(110):(001) = 67^0 16'$.

Fast alle Krystalle sind Zwillinge, theils nach dem Karlsbader, theils nach dem Manebacher, theils nach dem Bavenoër Gesetze, im letzteren Falle auch Vierlinge von quadratischem Habitus. Seltener sieht man auch eine Zwillingsgrenze auf der Basis oder im rhombischen Schnitte, wie bei den Plagioklasen, daher solche Krystalle als Eisenmikroklin zu betrachten sind. Schliffe Bavenoër Zwillinge $\perp (001)$ lassen erkennen, dass die Elasticitätsaxe $\mathfrak{a}$ und die optische Axenebene $\parallel (010)$; erstere bildet in Schliffen nach (010) 7^0—8^0 mit der Kante $[001, 010]$. Stärke der Doppelbrechung 0,0078. Bernsteingelbe Farbe noch in sehr dünnen Schliffen erkennbar; kein Pleochroismus.

Ref.: P. Groth.

28. St. Meunier (in Paris): **Künstliche Darstellung von Chromeisen** (Ebenda, 1153). Kaliumbichromat, Eisencarbonat und Eisenfeilspähne, gemengt und bedeckt mit einer kleinen Menge fein gepulverten Kryolith, einige Stunden im Cokesfeuer geschmolzen, liefert Oktaëder und Cubooktaëder von Chromeisen.

Ref.: P. Groth.

29. W. Spring (in Lüttich): **Löslichkeit des Kalkspathes** (Bull. d. l. soc. chim. Paris 1888, **49**, 3). Während Marmor bis zur vollständigen Erschöpfung der angewandten Säure gelöst wird, greift zweiprocentige oder noch schwächere Säure den isländischen Doppelspath nur noch mit grösster Langsamkeit an. Wendet man 10 % Säure an, so nimmt die Reactionsgeschwindigkeit bei gewöhnlicher Temperatur proportional der Concentration der Säure ab. Alle Spaltungsebenen reagiren in gleicher Weise mit Salzsäure, Salpetersäure und Jodwasserstoffsäure mit äquivalentem Titer. Geschliffene Flächen parallel der Axe werden bei 15^0 mit derselben Geschwindigkeit gelöst, wie Spaltungsflächen desselben Materials, bei 35^0 resp. 55^0 ist die Reactionsgeschwindigkeit 1,23 bezw. 1,28 Mal so gross, als die von Spaltungsflächen. Noch grösser ist die Lösungsgeschwindigkeit von senkrecht zur Axe geschliffenen Flächen, nämlich im Mittel 1,14 von derjenigen der zur Axe parallelen Ebenen.

Ref.: P. Groth.

30. L. Hugounenq und **J. Morel** (in Lyon): **Ein neues Natriumkaliumcarbonat** (Ebenda, 740; Compt. rend. 1888, **106**, 1158). Durch Verdunsten einer Lösung von kohlensaurem Natrium, welche ausserdem Kaliumcarbonat, viel Jodkalium, sowie Natriumphosphat und Chlornatrium enthielt, bildeten sich bis 4 cm lange, leicht verwitternde Krystalle von der Zusammensetzung $[CO_3]_2Na_3K + 12H_2O$. Dieselben waren isomorph mit dem von Marignac untersuchten Salze $CO_3NaK + 6H_2O$ und zeigten die Formen: $\{110\}$, $\{011\}$ in oktaëderähnlicher Ausbildung, einige untergeordnet $\{101\}$, $\{10\bar{1}\}$, $\{010\}$. Die Verf. fanden:

$$a : b : c = 0,7104 : 1 : 0,7800; \quad \beta = 75^0 35'.$$

	Beobachtet:	Berechnet:
(110):(1$\bar{1}$0) =	*72° 28′	—
(011):(0$\bar{1}$1) =	*77 41	—
(011):($\bar{1}$10) =	*77 38	—
(011):(110) =	59 29	58° 48′

Ref.: P. Groth.

81. A. Villiers (in Paris): **Krystallformen einiger Natronsalze** (Compt. rend. 1888, **106**, 1354, 1356. — Bull. soc. chim. Paris 1888, **49**, 913, 916).

Natriumdisulfopersulfat, $S_4 O_8 Na_2$. Rhombische Prismen {110} mit den Endflächen {011}, zuweilen mit grossem {010}.

(110):(1$\bar{1}$0) = 49° 40′ beob.
(011):(0$\bar{1}$1) = 93 50 -
(011):(110) = 72 0 -

Natriumtrithionat, $S_3 O_6 Na_2 . 3H_2O$. Rhombische Combination {110}, {010}, {011}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(110):(1$\bar{1}$0) =	*53° 30′	—
(011):(0$\bar{1}$1) =	*69 46	—
(011):(110) =	74 50	75° 5′

Ref.: P. Groth.

82. H. Becquerel (in Paris): **Absorptionsspectren der Krystalle** (Ann. d. chim. phys. 1888 (6), **14**, 170). Die vorliegende umfangreiche Arbeit enthält die speciellen Resultate derjenigen Untersuchungen, über deren allgemeine Ergebnisse der Verf. bereits früher berichtet hat (s. diese Zeitschr. **14**, 617).

Bei dem vom Verf. meist angewendeten Verfahren wurde das Licht einer Hydroxygenflamme durch einen mit Theilkreis verbundenen drehbaren Nicol polarisirt, ging dann durch die Krystallplätte, welche in ihrer Ebene drehbar und ausserdem so befestigt war, dass ihre Drehung um eine verticale Axe gemessen werden konnte (die Vorrichtung dazu glich vollkommen einem Axenwinkelapparate), endlich durch ein geradsichtiges Spectroskop, dessen Scala vorher mit Linien bekannter Wellenlänge bestimmt worden war. Die photometrischen Untersuchungen wurden in der Weise angestellt, dass mittelst eines doppeltbrechenden Prisma zwei Spectren erzeugt und die Schwingungsrichtungen der zu untersuchenden Platte mit denen des Prismas zur Deckung gebracht wurden; aus der Drehung, welche der mit Theilkreis versehene Nicol vor der Lichtquelle erfahren muss, um entsprechende Stellen beider Spectren gleich hell erscheinen zu lassen, folgt nach bekannter Relation (s. diese Zeitschr. **7**, 154 f.) das Verhältniss der Lichtintensitäten derselben.

Um in einaxigen Krystallen die Aenderung der Absorption des extraordinären Strahles unter verschiedenen Winkeln zur Axe zu studiren, wurde eine der Axe parallele Platte, bei dem ersten der beiden eben beschriebenen Verfahren, mit Oel umgeben und dadurch erreicht, dass auch nach erheblicher Drehung der Platte noch Licht durch dieselbe ging, von welchem der extraordinäre Antheil, somit je nach der Drehung, Schwingungsrichtungen von verschiedener Neigung zur Axe besass. Das so gefundene extraordinäre Spectrum eines einaxigen Krystalles, welcher bestimmte Absorptionslinien zeigte, ergab an denselben Stellen

wie das ordinäre, Linien, welche jedoch maximale Absorption senkrecht zur Axe, minimale oder selbst gar keine parallel zur Axe besassen.

Durch Messungen nach der zweiten Methode am Pennin, dessen ordinäres Spectrum Auslöschung des ganzen weniger brechbaren Theiles, dessen ausserordentliches Spectrum umgekehrt starke Absorption des brechbaren Theiles zeigt, wurde nachgewiesen, dass die Absorption der extraordinären Strahlen in einem einaxigen Krystalle so erfolgt, als ob sich die Schwingung im Inneren zerlege in eine parallel und eine senkrecht zur Axe und beim Austritt wieder zusammensetze zu einer der eintretenden parallelen Vibration.

Absorptionsspectren mit scharfen dunklen Linien wurden an folgenden einaxigen Krystallen nachgewiesen und untersucht.

Scheelit von Traversella, didymhaltig (s. diese Zeitschr. **8**, 447): das extraordinäre Spectrum besteht aus sehr feinen Linien von geringer Intensität, während im ordinären zwei derselben ($\lambda = 585$ resp. 574) sehr stark sind.

Gelber Apatit von Spanien (ebenfalls didymhaltig nach Cossa l. c.): extraordinäres zahlreichere Linien, von denen eine ($\lambda = 583$) stark, während im ord. Spectrum zwei andere (582, 575) dominiren.

Parisit: sehr zahlreiche Linien, zu mehreren Gruppen zusammengehäuft; im ordinären Spectrum am stärksten $582\frac{1}{2}$ und 523, im extraordinären 677, 580, 571 und $528\frac{1}{2}$.

Xenotim giebt die grösste Zahl von Linien, grösstentheils identisch in beiden Spectren, aber mit verschiedener Intensität, die stärksten sind:

Ord. Spectr. 657, 653, 651, 546, 525, $524\frac{1}{2}$, $523\frac{3}{4}$, 522, 521, 489.
Extraord. Spectr. 658, 644, 643, 544, 541, 540, 539, $524\frac{1}{2}$, $523\frac{3}{4}$, 494.

Zirkon (uranhaltig): das ordinäre Spectrum zeigt eine Anzahl Linien, deren stärkste $654\frac{1}{2}$, das extraordinäre etwas weniger und keine besonders starke.

Idokras zeigt eine charakteristische Bande bei $\lambda = 462\frac{1}{2}$ im ordinären Spectrum, welche im extraordinären verschwindet.

Die Untersuchung zweiaxiger Krystalle erstreckte sich auf folgende Substanzen:

Schwefelsaures Didym $(SO_4)_3Di_2 + 8H_2O$, dessen optische Constanten sich ergaben:

$$\alpha = 1,5392; \quad \beta = 1,5479; \quad \gamma = 1,5592$$

für Na bei 25° C.; $2V = 83^\circ 18'$ bei 6° C., $84^\circ 10'$ bei 25° C. Doppelbrechung +. Von den sehr zahlreichen Linien der drei Spectra, welche den Schwingungen parallel den drei optischen Elasticitätsaxen für Na entsprechen (für diese Farbe wurden die Platten orientirt), zeigt sich dasjenige, welches der Symmetrieaxe (d. i. erste Mittellinie) entspricht, besonders reich an intensiv dunklen Streifen; diese Richtung ist also eine Hauptabsorptionsrichtung für Strahlen verschiedener Wellenlänge. Die beiden anderen Hauptabsorptionsrichtungen haben in der Symmetrieebene eine von der der optischen Elasticitätsaxen abweichende Lage, und zwar für jede Linie eine besondere; diese findet man durch Verschwinden, resp. grösste Intensität des dunklen Streifens, wenn man die betreffende Krystallplatte so dreht, dass eine polarisirte Schwingung von wechselnder, aber immer in der Symmetrieebene gelegener Richtung hindurchgeht.

Salpetersaures Didymkalium (wahrscheinlich das Salz $[NO_3]_5Di[NH_4]_2 . 4H_2O$. Der Ref.) ergab $2V = 64^\circ 49'$ und $\beta = 1,511$ für Na bei 6,8 C. Die den drei optischen Elasticitätsaxen entsprechenden Spectren zeigen Linien und ähneln einigermassen denen des schwefelsauren Did

zeigen sich unsymmetrische Variationen, wenn man die Platten um die Symmetrieaxe dreht, indem Absorptionsstreifen erscheinen oder verschwinden in Richtungen, welche erheblich von den Hauptschwingungsrichtungen abweichen; es sind aber hier andere Streifen, welche dieses anomale Verhalten zeigen, als beim schwefelsauren Salze.

Monazit zeigt ganz ähnliche Verhältnisse.

Rhabdophan und Leukophan konnten nur im gewöhnlichen Lichte untersucht werden; ausser diesen wurden feine Absorptionslinien auch gefunden im Strontianit von Schottland, welcher ebenfalls didymhaltig sein soll.

Von Uransalzen zeigte das rhombische Nitrat eine Reihe einfacher Banden, welche an Breite und Stärke in den drei Spectren variiren und am stärksten sind, wenn die Schwingungsrichtung der zweiten Mittellinie parallel ist. Das Doppelchlorür von Uranyl und Kalium, welches nach den Dispersionserscheinungen der Axen monosymmetrisch oder sogar asymmetrisch ist, verhält sich spectral wie ein rhombischer Krystall, indem alle Streifen die gleichen Hauptabsorptionsrichtungen haben.

Olivin zeigt nur sehr schwache Banden.

Epidot besitzt grosse Verschiedenheit der Absorptionsspectren, von denen dasjenige der ersten Mittellinie aus den stärksten Streifen besteht, während dasjenige der zweiten Mittellinie fast vollständige Absorption von $\lambda = 491$ bis in das Violett zeigt.

Versuche des Verfs., Krystalle von Strontiumnitrat durch andere Substanzen, als sie Sénarmont benutzt hatte, pleochroitisch zu färben, führten nur dann zu einem Resultate, wenn die angewandten Farbstoffe selbst krystallisirbar waren; aus den Lösungen amorpher Farbstoffe, wie Pariser Blau und Ponceauroth, bildeten sich farblose Krystalle, auch wenn die Lösungen sehr tief gefärbt waren.

Ref.: P. Groth.

88. C. Friedel (in Paris): **Krystallformen einiger organischer Verbindungen** (aus: Ch. Friedel und J. M. Crafts, sur une méthode générale de synthèse des combinaisons aromatiques. — Ann. chim. phys. 1888 (6), **14**, 433f.).

Diphenylendisulfür $(C_6H_4S)_2$, erhalten durch langsame Verdunstung aus CS_2. Monosymmetrische Prismen parallel der Symmetrieaxe mit den Formen: {001}, {100}, {111}, {$\bar{1}$11}, untergeordnet {101} und {210}.

$$a : b : c = 3,7941 : 1 : 1,1807; \quad \beta = 74^0 12'.$$

	Beobachtet:	Berechnet:
(001):(100) =	*74° 12′	—
(001):(101) =	*27 7	—
(001):(111) =	*63 32	—
(100):(110) =	—	74° 41′
(100):(210) =	61 25	61 16½
(111):(101) =	60 3	59 57
(111):(100) =	70 4½	70 14
($\bar{1}$11):(001) =	70 43	70 32
($\bar{1}$11):(11$\bar{1}$) =	48 41	48 32
(100):(11$\bar{1}$) =	81 57	81 55
(111):(210) =	22 35	22 40
(11$\bar{1}$):(210) =	29 50	29 56

fressenen Cerussitkrystall enthalten. Von der benachbarten Grube **La Brousse** stammen hohle, hexagonale Prismen mit flachem Rhomboëder (die gewöhnliche Calcitcombination), auf Bleiglanz aufgewachsen, bestehend aus parallelen kleinen Rhomboëdern von Eisenspath, welcher zu den gewöhnlichen Mineralien der dortigen Gänge gehört. Aehnliche hohle Pseudomorphosen von Siderit, mit der Kalkspathform: $\varkappa\{10\bar{1}1\}R$, $\varkappa\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$, $\{0001\}0R$, finden sich auf Versuchsbauen an der Sioule bei Châteauneuf. In der Bleiglanzgrube von Auzelle bei Saint-Amant-Roche-Savine wurden Perimorphosen von Pyrit (Combination $\{110\}$, $\pi\{201\}$) nach Kalkspath, welcher vollständig entfernt ist, in der Form $\varkappa\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$ gefunden.

Ref.: P. Groth.

87. F. Gonnard (in Lyon): **Ueber die Bildung der Phosphate in den Gruben von Pontgibaud** (Compt. rend. 1888, **106**, 75. — Bull. d. l. soc. min. **11**, 35). Die Thatsache, dass in den meisten Gruben des Bergrevieres von Pontgibaud die Bleimineralien des eisernen Hutes fast ganz fehlen, auf Roure und Rosiers dagegen Cerussit, Pyromorphit und Kampylit in grosser Menge, selbst in beträchtlicher Tiefe, vorkommen, erklärt der Verf. dadurch, dass in der Nähe der letzteren sich Pegmatite befinden, in welchen er einen grossen Reichthum an Apatit entdeckte (s. diese Zeitschr. **9**, 591); das in der Nähe jener Gruben an Kohlensäure sehr reiche Wasser löste diesen und führte so den Gängen grössere Mengen von Phosphorsäure zu.

Ref.: P. Groth.

88. G. Cesàro (in Lüttich): **Ueber die Krystallform des Nadorit** (Bull. d. l. soc. min. 1888, **11**, 44). Der Verf. untersuchte 3—4 mm lange Krystalle einer Combination $\{100\}$ (mit vollkommener Spaltbarkeit), $\{010\}$, am Ende eine Pyramide $\{111\}$, von welcher immer nur zwei an der Spitze gegenüberliegender Flächen gut spiegeln, endlich ganz untergeordnet $\{201\}$. Bei dieser Aufstellung ergiebt sich:

$$a : b : c = 0,7264 : 0,9699 : 1.$$

		Berechnet:
$(110):(1\bar{1}0)$ =	—	73° 40′
$(111):(1\bar{1}1)$ =	—	62 26
$(111):(\bar{1}11)$ =	*87° 34′	—
$(1\bar{1}1):(\bar{1}11)$ =	*119 39	—
$(201):(100)$ =	19 0 ca.	19 58
$(201):(111)$ =	34 41	34 43

Spaltungslamellen nach (100) zeigen Andeutung von Spaltbarkeit nach (001) und (001) und löschen diesen Richtungen parallel aus.

Krystalle einer anderen Stufe bildeten dünne, rectanguläre Tafeln $\{100\}$ mit dem Doma $\{101\}$, beob. $(101):(\bar{1}01) = 107° 56'$, ber. $108° 0'$. Die Krystalle der ersten Art bilden zuweilen Zwillinge unter rechten Winkeln, also wohl nach (011), denn $(011):(001) = 45° 52\frac{1}{2}'$ ber.

Des Cloizeaux bezog die Krystalle auf ein Axenverhältniss:

$$a' : b' : c' = 0,4364 : 1 : 0,3895,$$

d. h., mit obigen a, b, c verglichen:

$$a' = \frac{3}{5}a, \quad b' = c, \quad c' = \frac{2}{5}b,$$

erhielt aber zum Theil so complicirte Symbole, dass die Aufstellung des Verf. wohl den Vorzug verdient, und die Zeichen einiger, früher von Des Cloizeaux beobachteter Formen vielleicht einer Revision bei der Zurückführung auf dieses Axenverhältniss bedürfen.

Die dünne Kruste, welche die meisten Nadoritkrystalle bedeckt, scheint eine der Bleiniere verwandte Substanz zu sein; in ganz umgewandelten Krystallen fand der Verf. auch krystallisirten Cerussit.

Die Härte des Nadorit ist näher an 4, als an $3\frac{1}{2}$.

Beim Zusammenschmelzen von PbO und $SbOCl$ in dem der Zusammensetzung des Nadorit entsprechenden Verhältniss erhält man eine anscheinend homogene, krystallinische Masse.

Ref.: P. Groth.

39. Derselbe: Ueber den Calcit von Rhisnes (Ebenda, 51). Der Verf. theilt nachträglich mit, dass die Streifen an dem früher von ihm beschriebenen Kalkspath von Rhisnes (s. diese Zeitschr. **18**, 431) in der That (wie Ref. a. a. O. es für wahrscheinlich erklärte) parallel $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$ gerichtet seien. Bei dieser Gelegenheit giebt er die Lösung der Aufgabe, welchen Winkel $\{10\bar{1}1\}R$ haben müsse, damit die Tracen von $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$ auf $\{02\bar{2}1\}-2R$ ein gleichschenkliges Dreieck mit dem Winkel des Rhomboëders bilden, und erhält den Werth $75^0 31\frac{1}{2}'$, d. h. den von Haüy für den Kalkspath angenommenen Werth.

Ref.: P. Groth.

40. L. Bourgeois und **Etard** (in Paris): **Darstellung krystallisirter Sulfate** (Ebenda, 57). Erhitzt man concentrirte Schwefelsäure bis zum Entweichen weisser Dämpfe, löst darin bis zur Sättigung Baryum-, Strontium- oder Bleisulfat und erhitzt dann mehrere Tage lang so, dass ruhige Verdampfung der Schwefesäure stattfindet, so krystallisirt das betreffende Sulfat heraus. $PbSO_4$ bildet Prismen $\{102\}$, $\frac{1}{2}$ mm lang, mit $\{011\}$ am Ende, oft auch $\{001\}$, $\{100\}$, $\{110\}$; $BaSO_4$ zeigt die Combination $\{102\}$, $\{011\}$, $\{100\}$, $\{101\}$, 1—2 mm lang; $SrSO_4$ dieselbe Combination bis 3 mm lang.

Ref.: P. Groth.

41. L. Bourgeois (in Paris): **Kassiterit in Bronzegussschlacken** (Ebenda, 58). In den Hohlräumen einer der Bournon'schen Sammlung im Collège de France angehörigen Schlacke eines Glockengusses beobachtete der Verf. farblose Nadeln von Zinndioxyd: die Masse der Schlacke erwies sich als ein Gemenge derselben Krystalle mit Cuprit in rothgelben Krystalliten und Wachsthumsformen und einem braunen Glase. Durch concentrirte Flusssäure, mit etwas Salpetersäure, isolirte Krystalle, bis 0,5 mm lang, zeigten die Formen $\{110\}$, $\{100\}$, $\{111\}$, $\{101\}$, und häufig Zwillingsbildung nach (101), seltener nach (301), wie am Rutil von Brasilien (am Zinnerz noch nicht beobachtet). Auch in Glockengussschlacken neueren Datums konnten die gleichen Krystallisationen nachgewiesen werden.

Zur künstlichen Darstellung derselben wurde Zinn oder Zinnoxyd mit einem Ueberschusse von schwarzem Kupferoxyd im Porzellantiegel geschmolzen. Aus dem bei langsamer Erstarrung erhaltenen Kuchen wurde das entstandene Cu_2O mit Königswasser ausgelaugt, worauf SnO_2 in ganz ähnlichen feinen Nadeln zurückblieb (Rutil konnte auf diese Art nicht dargestellt werden, Ti

42. Comte de Limur (in Vannes, Morbihan): **Staurolith von Morbihan** (Bull. d. l. soc. min. 1888, **11**, 61). Der Verf. beschreibt einfache, prismatische Krystalle des Staurolith von Moustoir-Ac bei Locminé, welche aus drei in den Flächen des Prismas einander begrenzenden, verschieden beschaffenen Schichten zusammengesetzt sind.

Ref.: P. Groth.

43. A. Des Cloizeaux (in Paris): **Ueber den Crucit** (Ebenda, 63). »Crucit« oder »Crucilith« nannte Thomson eine vorwiegend aus Eisenoxyd bestehende Pseudomorphose aus silurischem Sandstein von Dublin. Durch Wachsabdrücke der Hohlräume, welche diese Substanz ausfüllt, erhielt der Verf. Prismen von 69° in Zwillingen und Drillingen, deren Prismenaxen sich unter 60° schneiden. Hiernach scheint das ursprüngliche Mineral Arsenkies gewesen zu sein.

Ref.: P. Groth.

44. C. Friedel (in Paris): **Diamant- und Sapphirvorkommen von Australien** (Ebenda, 64). Diamant in gerundeten Hexakisoktaëdern und Sapphir in Körnern, zuweilen mit Flächen einer spitzen, hexagonalen Pyramide, finden sich bei Inverell, Neu-Süd-Wales, in Sanden, welche aus Quarz und schwarzem Turmalin, theils in Körnern, theils in wenig gerundeten Krystallen, bestehen und in denen ferner vorkommen: Fragmente des Quarz-Turmalin-Gesteines, Ilmenitkörner, grosse Geschiebe von farblosem oder bläulichem Topas und einige Körner von Granat.

Ref.: P. Groth.

45. A. Michel-Lévy und **A. Lacroix** (in Paris): **Orthit von Morlaix** (Ebenda, 65). Im Granit von Pont-Paul bei Morlaix (Finistère) finden sich zahlreich sehr kleine, schwarze Krystalle, oft von einer ochrigen Hülle umgeben. In Schliffen des Gesteines erscheinen dieselben röthlichbraun durchsichtig und aus Zonen von verschieden tiefer Färbung, abweichender Doppelbrechung und Schwingungsrichtung zusammengesetzt. Beobachtete Formen: {001} und {100} vorherrschend, {110} 63° gem., {011}; Spaltungsrisse nach {110}, {100} und {010}. Axenebene || (010); erste Mittellinie halbirt ungefähr den stumpfen Winkel (100):(001); Doppelbrechung negativ, sehr schwach (Allanit von Edenville 0,032) und variabel; deutlicher Pleochroismus: $\mathfrak{a}$ braungelb, $\mathfrak{b}$ rothbraun, $\mathfrak{c}$ grünlichbraun; β über 1,78, $2V = 65^0—70^0$. Häufig Zwillinge nach (100). Die Krystalle sind oft umgeben von Biotit und bringen in letzterem ebenso intensive pleochroitische Höfe hervor, wie der Zirkon.

400 g des Gesteines mit kochender Salzsäure behandelt gab eine Lösung, in welcher mit Sicherheit eine merkliche Menge der seltenen Erden, namentlich Didym, nachgewiesen werden konnte. Durch einen Controlversuch wurde gezeigt, dass diese nicht aus dem bei jener Behandlung ebenfalls zersetzten Biotit stammten.

Ref.: P. Groth.

XV. Ueber die Krystallformen des Apophyllits der Seiseralpe.

Von

P. Innocenz Ploner in Innsbruck.

(Aus dem mineralogisch-petrographischen Institute der Universität.)

Der Apophyllit ist schon vielfach bearbeitet worden. Was dieses Mineral besonders interessant macht, sind seine theils optischen, theils krystallographischen Anomalien. Die Resultate der verschiedenen Bearbeitungen weichen so sehr von einander ab, dass sich die Ansicht gebildet hat, das Axenverhältniss der Apophyllitkrystalle ändere sich nicht allein nach dem Vorkommen, sondern auch nach den Individuen, so dass auch die Krystalle desselben Fundortes nach verschiedenen Axenverhältnissen aufgebaut seien*). Folgende Arbeit, welche auf Anregung und unter beständiger und umsichtiger Leitung des Herrn Prof. Dr. A. Cathrein zu Stande gekommen ist, dürfte einige Klärung in diese verwickelten krystallographischen Eigenthümlichkeiten bringen und namentlich zeigen, dass das Veränderliche an den Individuen eines und desselben Vorkommens nicht das Axenverhältniss, sondern die Flächen sind, und dass letztere in weitaus grösserer Anzahl auftreten, als bisher bekannt war.

Es ist hier nicht meine Absicht, eine ausführliche historische Einleitung über die krystallographischen Bearbeitungen des Apophyllits zu geben, und begnüge ich mich mit dem Hinweise auf jene Werke, in denen der Apophyllit eingehender behandelt wird, und welche für unser Vorkommen und die vorliegende Arbeit von besonderer Bedeutung erscheinen.

Eine Zusammenstellung theils der wesentlichsten Literatur, theils der bis dahin beobachteten Krystallformen findet man im Index von Gold-

*) Dauber, Poggend. Annalen der Physik und Mathematik 1859, **107**, 281.

schmidt*). Manches Neue liefert die Abhandlung Rumpf's**): »Ueber den Krystallbau des Apophyllits«, wo die etwas älteren Angaben Mallard's***), dass der Apophyllit monoklin krystallisire, selbständig weiter ausgeführt werden. In den »Krystallographischen Notizen« von Seligmann†) sind alle bis zum Jahre 1879 bekannt gewordenen Flächen des Apophyllits angegeben. Luedecke††) kommt in seiner Abhandlung über den Apophyllit des Radauthales zu ähnlichen Ergebnissen über die individuelle Veränderlichkeit der Winkel an den Apophyllitkrystallen, wie Dauber. Die besten Abbildungen, theils originell, theils anderen Werken entnommen, stehen in Schrauf's†††) Atlas.

Von den älteren Werken verdienen hier Erwähnung:

Des Cloizeaux's Manuel, A. Lévy's Description und Atlas dazu, sowie Haüy's Traité de Minéralogie. Als reichhaltiges Literaturverzeichniss möge Negri's§) »Nota cristallografica sulla Apofillite di Montecchio Maggiore« angeführt werden.

Die Gesammtzahl der bis heute beobachteten Apophyllitkrystallformen beläuft sich auf 27.

Haüy§§) beschreibt folgende: $\{001\}0P$, $\{100\}\infty P\infty$, $\{111\}P$, $\{210\}\infty P2$.

Lévy§§§) kennt ausser den vier genannten noch die fünf folgenden: $\{115\}\frac{1}{5}P$, $\{113\}\frac{1}{3}P$, $\{105\}\frac{1}{5}P\infty$, $\{102\}\frac{1}{2}P\infty$, $\{110\}\infty P$.

J. D. Dana*†) hat die Form $\{310\}\infty P3$ entdeckt, aber in den folgenden Arbeiten über den Apophyllit wird diese Fläche nie erwähnt; erst Seligmann (l. c.) hat sie später wieder gefunden und Dana als den ersten Entdecker bekannt gemacht.

Des Cloizeaux**†) führt vier neue Formen auf: $\{227\}\frac{2}{7}P$, $\{223\}\frac{2}{3}P$, $\{533\}\frac{5}{3}P\frac{5}{3}$, $\{211\}2P2$.

---

*) Index der Krystallformen 1886, **1**, 235. — Seite 236 findet sich im Index bei der Literaturangabe ein Irrthum. Rumpf's Abhandlung steht nicht in dieser Zeitschr. 1884, **9**, 369, oder wie es auf derselben Seite bei den Bemerkungen heisst: 1885, **9**, 369, sondern in Tschermak's mineralogischen und petrographischen Mittheilungen 1880, **2**, 369.

) Mineralogische und petrographische Mittheilungen 1880, **2, 369. Ref. diese Zeitschr. **5**, 374.

***) Ann. d. Min. 1876, **7**, 121. Ref. diese Zeitschr. **1**, 316.

†) N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1880, **1**, 140. Ref. diese Zeitschr. **6**, 103.

††) Zeitschr. f. d. ges. Naturwiss. Halle 1878, **51**, 98. Ref. diese Zeitschr. **4**, 626.

†††) Atlas der Krystallformen des Mineralreiches. Wien 1872, 3. Lief., Taf. XXI.

§) Atti del R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti 1886, **5**. 55. Ref. diese Zeitschr. **13**, 304.

§§) Traité de Minéralogie 1822, **3**, 191.

§§§) Description d'une collection de Minéraux etc. Londres 1838, **2**, 271, mit Atlas.

*†) System of Mineralogy. London 1868, 415.

†) Manuel de Minéralogie. Paris 1862, **1, 125.

Schrauf*) beobachtete als neu die Form $\{621\}6P3$.

Seligmann (l. c.) hat drei neue Formen: $\{1.1.10\}\frac{1}{10}P$, $\{101\}P\infty$, $\{311\}3P3$, entdeckt.

Diesen Formen fügte Rumpf (l. c.) fünf neue hinzu: $\{9.9.10\}\frac{9}{10}P$, $\{24.24.25\}\frac{24}{25}P$, $\{51.51.50\}\frac{51}{50}P$, $\{108\}\frac{1}{8}P\infty$, $\{106\}\frac{1}{6}P\infty$. Rumpf führt noch eine sechste Fläche auf, die er mit g bezeichnet oder nach seiner Aufstellung $\{72.1.40\}$—$\frac{9}{5}P72$. Die Complicirtheit des Zeichens hat die Minelogen abgeschreckt, diese Fläche anzuerkennen, daher sie auch hier übergangen ist.

Jüngst hat Brögger**) am Apophyllit von Klein-Arö vier neue Formen beobachtet, denen nach seiner, wie er selbst sagt, nur approximativen Bestimmung folgende Zeichen zukommen: $\{1.0.12\}\frac{1}{12}P\infty$, $\{503\}\frac{5}{3}P\infty$, $\{326\}\frac{1}{2}P\frac{3}{2}$, $\{321\}3P\frac{3}{2}$.

Diese in historischer Reihenfolge aufgeführten 27 Krystallformen sind bis heute am Apophyllit überhaupt, d. h. von allen Fundstellen insgesammt bekannt geworden. In nachstehender Tabelle sind diese Formen übersichtlich zusammengestellt. Zur Vereinfachung sind die Grenzformen Basis, Proto-, Deuteroprisma und die Ditetragonalprismen unter die Rubrik der Pyramiden gestellt.

Protopyramiden:	Deuteropyramiden:	Ditetragonalpyramiden:
$\{001\}0P$	$\{1.0.12\}\frac{1}{12}P\infty$	$\{533\}\frac{5}{3}P\frac{5}{3}$
$\{1.1.10\}\frac{1}{10}P$	$\{108\}\frac{1}{8}P\infty$	$\{211\}2P2$
$\{115\}\frac{1}{5}P$	$\{106\}\frac{1}{6}P\infty$	$\{311\}3P3$
$\{227\}\frac{2}{7}P$	$\{105\}\frac{1}{5}P\infty$	$\{326\}\frac{1}{2}P\frac{3}{2}$
$\{113\}\frac{1}{3}P$	$\{102\}\frac{1}{2}P\infty$	$\{321\}3P\frac{3}{2}$
$\{223\}\frac{2}{3}P$	$\{101\}P\infty$	$\{621\}6P3$
$\{9.9.10\}\frac{9}{10}P$	$\{503\}\frac{5}{3}P\infty$	$\{210\}\infty P2$
$\{24.24.25\}\frac{24}{25}P$	$\{100\}\infty P\infty$	$\{310\}\infty P3$
$\{111\}P$		
$\{51.51.50\}\frac{51}{50}P$		
$\{110\}\infty P$		

Am Apophyllit der Seiseralpe sind von diesen aufgezählten Krystallformen mit Sicherheit folgende 12 nachgewiesen worden:

$\{001\}0P$	$\{111\}P$	$\{102\}\frac{1}{2}P\infty$
$\{113\}\frac{1}{3}P$	$\{51.51.50\}\frac{51}{50}P$	$\{100\}\infty P\infty$
$\{9.9.10\}\frac{9}{10}P$	$\{106\}\frac{1}{6}P\infty$	$\{533\}\frac{5}{3}P\frac{5}{3}$
$\{24.24.25\}\frac{24}{25}P$	$\{105\}\frac{1}{5}P\infty$	$\{211\}2P2$

*) Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien 1870, **62**, 700.

) W. C. Brögger, Die Mineralien der Syenit-Pegmatitgänge der südnorwegischen Augit- und Nephelin-Syenite. Diese Zeitschr. 1890, **16, 644.

Möglicherweise hat Rumpf noch andere seiner Apophyllitflächen an Krystallen der Seiseralpe gefunden; hier konnten nur jene aufgenommen werden, als deren Fundort ausdrücklich die Seiseralpe angegeben ist.

Die Formen $\{001\}0P$, $\{100\}\infty P\infty$, $\{111\}P$ treten an jedem Individuum auf und bestimmen bei vorherrschender Basis den achtseitig tafelartigen Habitus desselben. Bis in die Mitte unseres Jahrhunderts wurden die krystallographischen Eigenthümlichkeiten meist nur ungenau in ganz allgemein gehaltenen Ausdrücken wiedergegeben. So finden wir im Büchlein von Liebener und Vorhauser*) für unseren Apophyllit die Angabe: »enteckte Säule zur Schärfung über den Seitenkanten«. Aehnliche unbestimmte Angaben lesen wir in mehreren kleineren Abhandlungen über den Apophyllit in Leonhard's mineralogischem Taschenbuche**), bei Haüy***), Blum†) etc. Diese »enteckte (Quadrat-) Säule« ist nichts anderes, als die Combination $\{001\}0P$, $\{100\}\infty P\infty$, $\{111\}P$. Die »Schärfung über den Seitenkanten« wird dadurch hervorgebracht, dass die Kanten des Deuteroprismas durch die Ausdehnung der Pyramidenflächen verschwinden und die Basiskanten der letzteren sich entwickeln.

An manchen Stufen findet man nur Krystalle dieser einfachen Form. Auch Groth††) erwähnt vom Apophyllit der Seiseralpe nur diese einfache Combination.

Die übrigen oben erwähnten Formen sind seltener zu beobachten und meist von untergeordneter Ausbildung. Ueber die Entdeckung derselben an Krystallen von der Seiseralpe wäre Folgendes zu bemerken. $\{105\}\frac{1}{5}P\infty$ finden wir für Tirol zuerst bei Lévy†††) angeführt. Im Jahre 1857 wird sie auch von Richthofen erwähnt in der ausgezeichneten Abhandlung: »Ueber Bildung und Umbildung einiger Mineralien in Südtirol«§). $\{102\}\frac{1}{2}P\infty$ wird auch schon von Lévy §§) angegeben; später erwähnen sie Des Cloizeaux§§§), Schrauf*†) und Rumpf**†). $\{106\}\frac{1}{6}P\infty$ hat Rumpf (l. c.) zuerst beobachtet, ebenso $\{9.9.10\}\frac{9}{10}P$, $\{24.24.25\}\frac{24}{25}P$ und $\{51.51.50\}\frac{51}{50}P$. Die Formen $\{533\}\frac{5}{3}P\frac{5}{3}$ und $\{211\}2P2$ sind zuerst von Des Cloizeaux***†)

*) Die Mineralien Tirols. Innsbruck 1852, S. 20.

**) Leonhard's mineralogisches Taschenbuch 1813, S. 288; 1814, S. 480; 1812, S. 209; 1821, S. 914; 1822, S. 593; 1826, 2, 537.

***) Traité de Minéralogie. Paris 1822, 3, 191.

†) N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1837, S. 34 und 476.

††) Die Mineraliensammlung der Universität Strassburg 1878, S. 235.

†††) Atlas zur Description d'une collection de Minéraux. Londres 1838, Taf. 46, Fig. [illegible]

§) Sitzungsber. d. Akad., math.-naturw. Classe. Wien 1857, 27, 359.

§§) Atlas zur Description Taf. 46, Fig. 2.

§§§) Manuel de Minéralogie. Paris 1862, 1, Fig. 76.

*†) Sitzungsber. d. Akad., math.-naturw. Classe. Wien 1870, 62, 700.

**†) Mineralogische und petrographische Mittheilungen 1880, 2, 369.

***†) Manuel de Minéralogie. Paris 1862, 1, 125.

aufgefunden worden; später werden sie auch von Schrauf*) erwähnt, welcher für unser Vorkommen auch die Form $\{113\}\frac{1}{3}P$ entdeckte.

Wie aus den angeführten Daten hervorgeht, sind vom Apophyllit der Seiseralpe verhältnissmässig nur wenige Formen bekannt, obwohl gerade dieses Vorkommen vermöge seiner guten Krystallentwickelung zu eingehender Untersuchung einladend erschien. Die Ursache dürfte wohl darin liegen, dass die verschiedenen Forscher nur so gelegentlich und im Vorbeigehen des Apophyllits unseres Vorkommens Erwähnung gethan haben und Keiner die Absicht hatte, eine krystallographisch erschöpfende Abhandlung zu geben. Angesichts dieser Umstände schien es lohnenswerth, dieses ausgezeichnete Mineralvorkommen auf seine krystallographischen Eigenschaften eingehender zu prüfen. Es wurden im Ganzen 45 Krystalle der Messung mit dem Reflexionsgoniometer unterzogen. Die grosse Mehrheit der Krystalle erhielt ich von Herrn Prof. Dr. A. Cathrein, einige wenige sind aus meiner kleinen Sammlung, und ein kleiner, aber ziemlich flächenreicher Krystall wurde mir von Prof. P. Julius Gremblich in Hall gütigst überlassen. Es stammen diese 45 untersuchten Krystalle alle von den beiden schon länger bekannten Fundstellen des Apophyllits auf der Seiseralpe, nämlich theils vom Frombache, theils vom Cipitbache. In jüngster Zeit ist eine dritte Localität auf der Seiseralpe bekannt geworden, wo der Apophyllit als Begleiter von Datolith auftritt. Auch von diesem Vorkommen lagen mir einige Stufen aus der Sammlung des Herrn Professor Dr. A. Cathrein vor. Die Krystalle sind tafelig nach der Basis und erreichen die beträchtliche Grösse von 5—8 cm; die Flächen sind fettig, gerundet und spiegeln nicht gut. Luedecke**) beobachtete daran die gewöhnliche Combination $\{001\}0P.\{100\}\infty P\infty.\{111\}P$. Ich fand durch Messung zweier Kryställchen mittelst des Reflexionsgoniometers ausser $\{001\}0P$, $\{100\}\infty P\infty$, $\{111\}P$ noch folgende Pyramiden: $\{889\}\frac{8}{9}P$, $\{11.11.12\}\frac{11}{12}P$, $\{17.17.18\}\frac{17}{18}P$, $\{51.51.50\}\frac{51}{50}P$, eine zwischen $\{108\}\frac{1}{8}P\infty$ und $\{3.0.22\}\frac{3}{22}P\infty$ liegende Deuteropyramide, vielleicht $\{3.0.23\}\frac{3}{23}P\infty$, ferner $\{2.0.13\}\frac{2}{13}P\infty$, $\{106\}\frac{1}{6}P\infty$, $\{105\}\frac{1}{5}P\infty$. Die Deuteropyramiden sind ziemlich gross und breit entwickelt, gestreift und gerundet. Das Gesagte genüge für dieses Vorkommen. Im Folgenden ist nur das altbekannte Apophyllitvorkommen am Cipit- und Frombache in Betracht gezogen.

Ausser der Seiseralpe giebt es in Tirol noch drei Apophyllitvorkommen, welche aber hier unberücksichtigt bleiben, nämlich 1) das Vorkommen vom Fassathale. Dieses ist für Tirol am längsten bekannt und wurde von

---

*) Sitzungsber. d. Akad., math.-naturw. Classe. Wien 1870, **62**, 700.

) Ueber Datolith, eine mineralogische Monographie. Halle 1889, S. 337. Ref. diese Zeitschr. **18, 280.

älteren Autoren mit dem von der Seiseralpe häufig verwechselt; auf beiden Fundstätten kommt der Apophyllit unter ähnlichen Verhältnissen vor, in Hohlräumen und Klüften des Augitporphyrs und seiner Tuffe; doch sind die Apophyllitkrystalle des Fassathales weder schön entwickelt, noch flächenreich. 2) Das Vorkommen von Tierno am Fusse des Monte Baldo. Auch dieses Vorkommen bietet wenig Interessantes, nur die Combination $\{001\}0P.\{100\}\infty P\infty.\{111\}P$ an matten, beinahe weissen Krystallen. 3) Das Apophyllitvorkommen am Pfundererberg bei Klausen. Dieses Vorkommen ist erst in jüngerer Zeit durch Pichler*) bekannt geworden und weicht in mehrfacher Beziehung von den drei anderen Vorkommen ab. Namentlich wäre zu erwähnen, dass, nach Pichler, an diesen Krystallen ausser der gewöhnlichen Combination von Basis, Deuteroprisma und Grundpyramide auch das Ditetragonalprisma $\{210\}\infty P2$ auftritt. Leider konnte ich die betreffenden Stufen nicht vergleichen, um für letztere Fläche eine bestätigende Messung zu gewinnen.

Nach diesen vorbereitenden Bemerkungen will ich den Gang vorliegender Untersuchung klar legen. Zuerst wurden die Krystalle der Reihe nach mit dem Reflexionsgoniometer gemessen; die abgelesenen Winkelwerthe wurden notirt, ohne auf die vorausgegangenen Messungen irgendwie Rücksicht zu nehmen. Jede Zone wurde meist nur einmal gemessen und durch eine Rückmessung controlirt; wichen die beiden einer und derselben Fläche entsprechenden Werthe um mehr als 5′ von einander ab, so wurde die Messung mit erhöhter Sorgfalt wiederholt. Die Schimmermessungen wurden 10—20 mal wiederholt; die Schwankungen der letzteren bewegten sich meist innerhalb eines halben Grades, seltener erreichten sie einen Grad. Das arithmetische Mittel aller dadurch gefundenen und ein und derselben Fläche entsprechenden Winkelwerthe wurde für die betreffende Fläche als gemessener Winkel in die unten folgenden Tabellen eingetragen. Die Schimmermessungen sind dort dadurch kenntlich gemacht, dass die Minuten in Gradtheilen angegeben sind. Nachdem die Messungen an allen Krystallen durchgeführt waren, wurden die verlässlich bestimmten Winkel nach den Zonen und nach ihrer Grösse übersichtlich zusammengestellt und die unsicheren Messungen gestrichen.

Die nächste Aufgabe lag nun darin, jene Werthe zusammen zu fassen, welche an den verschiedenen und einzelnen Krystallen einer und derselben Form entsprechen konnten, beziehungsweise die Grundform und das Axenverhältniss zu ermitteln, um sodann die beobachteten Winkel auf bestimmte Flächen beziehen zu können. Aber das schien auf den ersten Blick, namentlich für die Protopyramiden, ein Werk der Unmöglichkeit. Es hatten sich nämlich fortlaufende Ketten von einander sehr nahe stehenden Gliedern

*) N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1877, S. 63.

ergeben. Daran war nicht zu denken, die ganze lange Kette von Winkeln in der Nähe der Grundpyramide als zu einer und derselben Form gehörig aufzufassen, da doch die äussersten Winkelwerthe um beiläufig 6 Grade abweichen. Wenn diese verschiedenen Werthe verschiedenen Krystallen entsprechen würden, so hätte man vielleicht mit Dauber und Anderen annehmen können, dass die Grundpyramide der verschiedenen Individuen, beziehungsweise ihre Hauptaxe verschieden sei. Allein diese Annahme war, abgesehen von ihrer Unwahrscheinlichkeit bei Krystallen einer und derselben Stufe, hier schon deshalb unberechtigt, weil oft auch ein und derselbe Krystall eine solche Kette von Bildern ergeben hatte. Eben deshalb durfte man auch nicht die um $\frac{1}{2}^0$ oder $\frac{1}{4}^0$ von einander abweichenden Winkelwerthe als zusammengehörig betrachten, um so weniger, als öfters deutlich getrennte Bilder, welche von selbständigen Flächen herrührten, in einem Abstande von nur wenigen Minuten beobachtet wurden. Aehnliche Verhältnisse wie die Protopyramiden zeigten besonders die Deutero- und auch die Ditetragonalpyramiden. Auch hier herrschte bald diese Fläche vor, bald trat eine oder andere ihr mehr oder weniger benachbarte in den Vordergrund, ja selbst Flächen verschiedener Formen combinirten sich zu einer scheinbar einfachen Pyramide.

In diesen soeben ausgesprochenen Thatsachen dürfte auch die Erklärung dafür liegen, wie so sich die Ansicht von den Schwankungen des Axenverhältnisses des Apophyllits hat bilden können. Es wurden eben immer zu wenige Krystalle untersucht; ergaben die Messungen der scheinbaren Grundpyramiden der Krystalle so verschiedene Werthe, dass die Abweichung nicht mehr als Beobachtungsfehler angesehen werden konnte, so hielt man sich nicht für berechtigt, für eine so ganz einfache, die Säule enteckende Fläche ein complicirteres Zeichen anzunehmen, wie es die Rechnung unter Voraussetzung eines bestimmten Axenverhältnisses verlangt hätte. Man opferte lieber das Axenverhältniss dem Parameterverhältnisse, den Variabeln die Constanten und nahm für verschiedene Individuen verschiedene Grundpyramiden an. Nachdem wir nun einmal vom Apophyllit der Seiseralpe wissen, dass an ihm sehr gerne Vicinalflächen vicariirend auftreten, so liegt die Vermuthung nahe, dass die verschiedenen Apophyllitvorkommen durch das Hervortreten verschiedener Vicinalflächen charakterisirt seien. Die Hypothese von den verschiedenen Axenverhältnissen des Apophyllits verliert dadurch an Wahrscheinlichkeit.

So war ich zur Ueberzeugung gekommen, dass man es hier mit Reihen von Vicinalflächen zu thun habe. Das nächste Ziel war, die Indices dieser Flächen zu bestimmen. Auf absolute Sicherheit musste begreiflicher Weise von vornherein verzichtet werden. Die verlässlichste Methode schien diese, zuerst die Indices einzelner, mehrere Grade von einander abstehender Flächen zu bestimmen, die etwa sich zeigende Gesetzmässigkeit im Aufbau

oder in der Aufeinanderfolge der Indices versuchsweise zu verallgemeinern und namentlich auf die Vicinalflächen auszudehnen. Auf diese Weise durchgeführt lag in der Rechnung selbst die Controle für die Wahrscheinlichkeit der betreffenden Indices, indem sich auf den ersten Blick zeigte, in wie weit eine nur geringe Aenderung der Indices eine Vergrösserung oder Verminderung der Winkelwerthe erheischte. Der Plan für die Bearbeitung war somit festgesetzt; damit war auch der Weg gebahnt zur Lösung der wichtigsten und schwierigsten Aufgabe, als welche die Bestimmung des Axenverhältnisses angesehen werden muss. Zunächst war zu entscheiden, ob ein neues Axenverhältniss aufzustellen sei, oder ob man das von Dauber*) für den Apophyllit der Seiseralpe festgesetzte annehmen solle, oder welches der übrigen bisher für den Apophyllit angegebenen Axenverhältnisse der Rechnung zu Grunde zu legen sei.

Für die von Lüdecke**) zusammengestellten verschiedenen Axenverhältnisse ergiebt die Rechnung folgende Winkel zwischen Basis und Grundpyramide:

			Axe c	(111):(001)
Dauber	für	Seiseralpe	1,2530	60° 34′
Miller			1,2517	60 32
Dana, Des Cloizeaux, Naumann-Zirkel, Groth			1,2515	60 32
Lüdecke	für	Faeroe	1,2436	60 23
-	-	Hestoe	1,2427	60 22
-	-	Andreasberg	1,2371	60 15
Dauber	-	-	1,2369	60 15
Streng	-	Limbergerkopf	1,2309	60 7
Dauber	-	Poonah	1,2177	59 51
Lüdecke	-	Radauthal	1,2138	59 47
-	-	Andreasberg	1,2057	59 37

Aus dieser Tabelle sieht man, dass die den verschiedenen Axenverhältnissen entsprechenden Winkel nicht ganz um einen Grad von einander

*) Poggend. Annalen 1859, **107**, 281.

) Zeitschr. f. d. ges. Naturw. 1878, **51, 129.

NB. Die von Lüdecke berechneten Axenlängen und Winkel stimmen nicht genau und seine Berichtigungen anderer Autoren sind nicht ganz zutreffend. Ueber die Lehrbücher sei gelegentlich bemerkt, dass Dana's Polkantenwinkel der Grundpyramide 104° 2′ seinem Axenverhältnisse nicht entspricht, ferner stimmen in Naumann-Zirkel's Elementen etc., 12. Aufl., die Pol- und Basiskantenwinkel weder unter sich, noch mit den angenommenen Constanten. Auch Tschermak bringt in seiner Mineralogie einen keinem Axenverhältnisse und auch nicht dem Polkantenwinkel 76° entsprechenden Basiskantenwinkel der Grundform von 59°.

abweichen und dass namentlich das von Dauber für die Seiseralpe aufgestellte Axenverhältniss von dem von Dana, Des Cloizeaux für den Apophyllit aller Vorkommen angenommenen sehr wenig abweicht. Ein Blick auf die unten folgende Tafel der Protopyramiden ergiebt, dass alle die soeben angeführten Winkel innerhalb unserer gemessenen Winkelreihe in die Nähe der Grundpyramide fallen. Daher war durchaus kein Grund vorhanden, ein neues Axenverhältniss aufzustellen. Da das Dana'sche Axenverhältniss fast allgemein in die Literatur aufgenommen, das Dauber'sche der Seiseralpe davon nicht wesentlich verschieden ist, so war es von vornherein naheliegend, ersteres der Rechnung zu Grunde zu legen. Auch die Messungen führen zu diesem Axenverhältnisse hin. Durch Auswahl jener Flächen, welche sich durch Klarheit und Einheitlichkeit des Bildes auszeichnen, ergiebt sich Winkel $\{111\} P : \{001\} 0P = 60^{0} 32'$; werden auch minder gute Flächen in die Rechnung einbezogen, so ergiebt sich für denselben Winkel der Werth $60^{0} 34'$ entsprechend dem Dauber'schen Axenverhältnisse. Fasst man mit diesen Flächen noch andere bis 15' abstehende zusammen, so erhält man einen Winkel von $60^{0} 29'$.

Aus alledem ergab sich, dass es am Zweckmässigsten sei, das allgemein angenommene Axenverhältniss $c : a = 1{,}2515 : 1$ beizubehalten und darnach die Indices der Flächenreihen zu bestimmen.

Also haben wir für den Apophyllit folgende Constanten:

1) Axenverhältniss $a : a : c = 1 : 1 : 1{,}2515$.
2) Polkantenwinkel $(111) P : (\bar{1}11) P = 76^{0} 0'$.
3) Basiskantenwinkel $(111) P : (11\bar{1}) P = 58^{0} 56'$.
4) Winkel $(001) 0P : (111) P = 60^{0} 32'$.

Dass zur Bestimmung des Axenverhältnisses nur Messungen von den Pyramiden zur Basis verwendet wurden, begründet sich dadurch, dass sowohl die Basis- als Polkantenwinkel der Pyramiden unsicher zu bestimmen sind, weil man nicht weiss, ob die Flächen, deren Kante man misst, gleichartig sind, indem, wie früher erwähnt, verschiedenartige Flächen zu einer scheinbar einfachen Form sich vereinen. Mit der Bestimmung des Axenverhältnisses war also ein Anhaltspunkt gewonnen, von dem aus eine rationelle Berechnung der Parameterverhältnisse und Indices der Flächen möglich wurde. Auf Grund dieser allgemein adoptirten Constanten konnte auch die Bestimmung der Formen eine allgemeine Anerkennung und innere Wahrscheinlichkeit gewinnen.

Die bisherigen Erörterungen haben uns hauptsächlich über die Art der Untersuchung Aufschluss gegeben; im Folgenden sind die dabei gewonnenen Resultate näher zusammengestellt. Ausser der Basis $\{001\} 0P$ und dem Prisma $\{100\} \infty P\infty$ wurden verschiedene Pyramiden beobachtet, und zwar sowohl Proto- als auch Deu pyramiden,

letztere namentlich in zwei Zonen, nämlich in der Zone [{111} *P*: {100} $\infty P\infty$] und in der Zone [{001} 0*P*: {311}3*P*3]. Andere, nicht diesen Zonen angehörende Ditetragonalpyramiden wurden auch noch bemerkt, konnten aber wegen Schmalheit der Flächen und Undeutlichkeit der Reflexe nicht zuverlässig gemessen und bestimmt werden, daher sie hier nicht weiter in Betracht gezogen sind. Dasselbe gilt von mancher Proto- und Deuteropyramide. Ich bespreche zuerst die Proto-, dann die Deutero-, schliesslich die Ditetragonalpyramiden.

Protopyramiden.

Diese Pyramiden entecken die vom Deuteroprisma und der Basis gebildete rechtwinkelige Tafel. An jedem Krystall tritt entweder die Grundpyramide {111} *P* selbst auf, oder sie wird vertreten von einer anderen ihr benachbarten, nur um einige Minuten bis zu einem halben oder ganzen Grad abstehenden Protopyramidenform: {24.24.25} $\frac{24}{25}P$, {50.50.51} $\frac{50}{51}P$, {51.51.50} $\frac{51}{50}P$, {25.25.24} $\frac{25}{24}P$ und andere dazwischen liegende. Selten ist eine Pyramide allein, meist treten zwei oder drei zugleich auf, und dann sind die Bilder ziemlich scharf getrennt; seltener sind ihrer mehrere. Im letzteren Falle erweitert sich das Bild am Goniometer zu einem zusammenhängenden Lichtstreifen, aus dem sich einzelne Bilder mehr oder weniger deutlich abheben.

Manchmal treten, wie bereits oben mitgetheilt wurde, an der oberen Seite der Basiskante andere Flächen auf als an der unteren. Da die Vicinalflächen auch in ihrer Ausbildung die Rolle der Grundpyramide übernehmen können und daher auch deutliche Bilder geben, die manchmal an Reinheit und Schärfe die Bilder der eigentlichen Grundpyramide übertreffen, ist alle Vorsicht nothwendig, um sich vor Verwechselung und Irrthum zu bewahren. Wenn viele Pyramidenflächen an einem Krystalle auftreten, so geben die der Grundpyramide am nächsten stehenden Pyramiden die hellsten Bilder, nach beiden Seiten hin werden die Bilder matter und verlieren sich endlich vollständig. Den Schluss dieser bei fünf Grade langen Kette von Pyramiden bilden häufig lebhaft glänzende Flächen, die aber so schmal sind, dass sie gar kein Bild mehr geben, gleichwohl durch Schimmermessung meist näher bestimmt werden können. Sie sind theils steiler, theils stumpfer als die Grundpyramide. Ungefähr in der Mitte des Abstandes zwischen Basis und Grundpyramide sind die Protopyramiden sehr spärlich vertreten. Weiter gegen die Basis hin treten wieder mehrere stumpfe Pyramiden auf, welche nur an wenigen Krystallen beobachtet wurden. Ihre Flächen sind ziemlich entwickelt, treten nicht in Ketten, sondern vereinzelt auf und geben mässig gute Bilder.

Dem Gesagten zu Folge kann man die Reihe der Protopyramiden in vier Gruppen theilen.

1. Gruppe, Pyramiden in der Nähe der Grundpyramide. Sie sind durch ihr verhältnissmässig häufiges Auftreten charakterisirt, indem wenigstens ein Glied dieser Gruppe an jedem Krystall vorkommt; zumeist gestatten sie Bildmessungen. Ihre allgemeine Formel ist einerseits $\{m.m.m+1\}\frac{m}{m+1}P$, andererseits $\{m+1.m+1.m\}\frac{m+1}{m}P$. Für m der ersten Formel wurden berechnet die Werthe 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 17, 24, 50, während bei den steileren Pyramiden der zweiten Formel für m nur die Werthe 24, 50 sich fanden. Beiden Reihen genügt auch die eine Formel $\{m.m.m\pm 1\}\frac{m}{m\pm 1}P$. Unter diesen 13 Pyramiden dienen $\{9.9.10\}\frac{9}{10}P$, $\{24.24.25\}\frac{24}{25}P$ und $\{51.51.50\}\frac{51}{50}P$ zur Bestätigung der Beobachtungen Rumpf's, während die übrigen bisher nicht beobachtet wurden.

2. und 3. Gruppe. Es sind theils stumpfere, theils steilere Pyramiden, welche sich beiderseits an die Reihe der ersten Gruppe anschliessen und nur durch Schimmer gemessen werden können. Sie treten an Krystallen des Cipitbaches, aber nicht häufig auf. Die allgemeinen Zeichen für diese Gruppen sind $\{m.m.m\pm 1\}\frac{m}{m\pm 1}P$ und $\{m.m.m\pm 2\}\frac{m}{m\pm 2}P$, je nach der Richtung gegen $\{001\}0P$ oder gegen $\{110\}\infty P$; in diesem Falle ist die Formel auch $\{mm1\}mP$; für m wurden berechnet die Werthe 2, 3, 4 für die stumpferen, 3, 4, 5 für die steileren Pyramiden.

4. Gruppe, Pyramiden in der Nähe der Basis. Sie sind seltener. Das allgemeine Zeichen dieser Pyramiden ist $\{1.1.3m\}\frac{1}{3m}P$, für m die Werthe 1, 3, 6, 9, 12, 15, 18. Wie erwähnt sind die Flächen dieser Pyramiden ziemlich breit und gestatten Bildmessungen. Für $\{113\}\frac{1}{3}P$ wäre noch besonders hervorzuheben, dass davon nur ein einziger Krystall eine einzige grosse Fläche mit gutem Bilde entwickelt hatte, während auf der anderen Seite der Basiskante die Grundpyramide auftrat, ein schönes Beispiel für die Combination verschiedenartiger Flächen, auf welche schon aufmerksam gemacht wurde. — Auffallend ist der Mangel der Grenzform dieser Zone von der Basis zur Grundpyramide, nämlich $\{110\}\infty P$.

Deuteropyramiden.

Hier finden wir eine von der Basis abgehende, wenig unterbrochene, fast stetige Reihe von Flächen in einem Bogen bis zu 14 Graden aufeinander folgen. Im Abstande von 9°—12° von der Basis sind die Flächen am häufigsten vertreten, grösser ausgebildet und geben getrennte, gute Bilder. Bei den meisten Krystallen kommen ausser diesen stumpfen Deuteropyramiden keine steileren mehr vor; nur bei einzelnen Individuen sind auch solche entwickelt; auch diese können den erstgenannten als eigene Gruppe gegen-

übergestellt werden, wie es in der Tabelle der Deuteropyramiden angedeutet ist. Die Winkelwerthe beider Gruppen gehen zwar unmittelbar in einander über, auch lassen sich die Glieder beider Gruppen unter dieselben mathematischen Formeln bringen; aber der Umstand, dass erstere Gruppe an allen Individuen ausnahmslos und in gleicher Weise vollzählig auftritt, während die steileren Pyramiden nur gelegentlich entwickelt sind und immer getrennte Bilder geben, rechtfertigt diese Unterscheidung vollkommen. Bemerkenswerth ist in dieser Abtheilung das Fehlen der primären Deuteropyramide $\{101\} P\infty$ und die Seltenheit der steileren Deuteropyramiden, obgleich die Grenzform $\{100\}\infty P\infty$ an jedem Krystalle vorhanden ist. Steilere Deuteropyramiden wurden nur zwei, $\{504\}\frac{5}{4}P\infty$ und $\{302\}\frac{3}{2}P\infty$, jede nur an einem Krystalle gefunden; $\{101\} P\infty$ war gar nie zu beobachten. Um eine mathematische Gruppirung der in der Tabelle aufgeführten Formen zu gewinnen, kann man aus der grossen Reihe jene Glieder herausheben, deren allgemeines Symbol der Formel $\{1\,0\,m\}\frac{1}{m}P\infty$ gehorcht und für m die Werthe von 2 bis 14, dann die Werthe 18, 20, 24, 30, 40, 60 einsetzen. Die übrigen Glieder der Reihe liegen dann zwischen den Gliedern der herausgehobenen Reihe und werden gebildet nach der Formel $\{n.0.mn \pm 1\}\frac{n}{mn \pm 1} P\infty$, je nachdem die betreffende Fläche von $\{1\,0\,m\}\frac{1}{m}P\infty$ gegen $\{001\}0P$ oder gegen $\{101\}P\infty$ sich neigt. n nimmt namentlich die Werthe 2 und 3 an, während m gleich 10, 7, 6, 5, 4, 3, 2 ist. Für $m = 1$ geht die Formel in folgende über: $\{n.0.n-1\}\frac{n}{n-1} P\infty$. Dieser Fall wurde beobachtet bei den steileren gegen $\{100\}\infty P\infty$ sich neigenden Pyramiden, wobei $n = 3$ und 5 ist. — Also baut sich die lange Reihe der Deuteropyramiden ebenso wie die der Protopyramiden nach analogen einfachen mathematischen Regeln auf.

Durch wiederholte Beobachtung von $\{106\}\frac{1}{6}P\infty$ und $\{108\}\frac{1}{8}P\infty$ werden die Angaben Rumpf's bestätigt, und die nach Brögger unsichere $\{1.0.12\}\frac{1}{12}P\infty$ dürfte nun auch nicht mehr zweifelhaft sein.

Es verdienen noch jene Beziehungen zwischen den Proto- und Deuteropyramiden besonders hervorgehoben zu werden, welche sich aus dem Zonenverbande ergeben und durch gegenseitige, gleichmässige Abstumpfung der Polkanten zum Ausdruck kommen. Zu $\{h\,h\,l\}\,mP$ gehört bekanntlich $\{h\,0\,l\}\,mP\infty$ und der Form $\{h\,0\,l\}\,mP\infty$ entspricht $\{h.h.2l\}\frac{m}{2}P$. Im ersteren Verhältnisse befinden sich $\{1.0.18\}\frac{1}{18}P\infty$ und $\{1.1.18\}\frac{1}{18}P$, $\{109\}\frac{1}{9}P\infty$ und $\{119\}\frac{1}{9}P$, $\{103\}\frac{1}{3}P\infty$ und $\{113\}\frac{1}{3}P$, $\{302\}\frac{3}{2}P\infty$ und $\{332\}\frac{3}{2}P$; in letzterem $\{1.1.36\}\frac{1}{36}P$ und $\{1.0.18\}\frac{1}{18}P\infty$, $\{1.1.18\}\frac{1}{18}P$ und $\{109\}\frac{1}{9}P\infty$, $\{119\}\frac{1}{9}P$ und

$\{209\}\frac{2}{9}P\infty$. Vermöge dieses doppelten Zonarverbandes erfährt auch die nur einmal von Brögger beobachtete $\{503\}\frac{5}{3}P\infty$ hier eine Bestätigung, indem am Apophyllit der Seiseralpe $\{553\}\frac{5}{3}P$ und $\{556\}\frac{5}{6}P$ gefunden wurden. Nun liegt $\{503\}\frac{5}{3}P\infty$ in der Polkantenzone von $\{553\}\frac{5}{3}P$, während die Polkanten von $\{503\}\frac{5}{3}P\infty$ durch $\{556\}\frac{5}{6}P$ abgestumpft werden.

Ditetragonalpyramiden.

Pyramiden dieser Art treten sowohl an den dünneren Tafeln des Apophyllitvorkommens am Frombache als auch, wenn auch seltener, an den Stufen des Cipitbaches auf, theils in schmalen Streifen, theils in deutlichen, breiten Flächen. Wenn auch mehrere solcher Flächen in einer Zone liegen, sind doch die Bilder immer sicher und getrennt, d. h. durch keinen Lichtstreifen verbunden. In der Tabelle sind zwei Reihen aufgeführt, welche den zwei sich kreuzenden Zonen: $[\{100\}\infty P\infty : \{111\}P]$ und $[\{001\}0P: \{311\}3P3]$ entsprechen.

Die Formen der ersten Zone haben zunächst das Zeichen $\{m11\}mPm$, wobei für m die Werthe 2 und 3 gefunden wurden. Zwischen diesen beiden Ditetragonalpyramiden und gegen ihre Grenzformen $\{100\}\infty P\infty$ und $\{111\}P$ hin liegen solche Ditetragonalpyramiden, welchen allgemein die Formel $\{mnn\}\frac{m}{n}P\frac{m}{n}$ zukommt. Im Besondern sind diese so gebildet, dass $m = n + 1$, für $n = 2, 3, 4, 5, 6$; oder es ist $m = n + 2$, für $n = 3, 5$; andere entsprechen der Bedingung $m = 2n \pm 1$, $2n \pm 2$, $3n \pm 1$, je nachdem die betreffenden $\{211\}2P2$ und $\{311\}3P3$ umgebenden Formen gegen $\{111\}P$ oder gegen $\{100\}\infty P\infty$ convergiren. In den beiden ersteren Formeln erhält n die Werthe 2, 4, 5, in der letzteren 2, 4, 7.

Die Pyramiden der zweiten Zone sind noch seltener als die der ersten. Sie wurden an Krystallen des Frombaches beobachtet. Die Flächensymbole dieser Zone sind sehr einfach, das allgemeine Zeichen ist $\{3m.m.3\}mP3$; für m wurden die Werthe 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 gefunden. Bezeichnend ist hier der Mangel von $\{310\}\infty P3$ als Grenzform dieser Zone, sowie der Ditetragonalprismen überhaupt, die bei anderen Apophyllitvorkommnissen eine gewöhnliche Erscheinung sind.

Bemerkenswerth ist bei dieser zweiten Gruppe von Ditetragonalpyramiden auch ihre Lage in Zonen vom Deuteroprisma zu Protopyramiden. In diesem Zonenverbande befinden sich nämlich $\{313\}P3$ und $\{113\}\frac{1}{3}P$, $\{623\}2P3$ und $\{223\}\frac{2}{3}P$, $\{933\}3P3$ und $\{111\}P$, $\{12.4.3\}4P3$ und $\{443\}\frac{4}{3}P$, $\{15.5.3\}5P3$ und $\{553\}\frac{5}{3}P$, $\{18.6.3\}6P3$ und $\{221\}2P$, endlich $\{21.7.3\}7P3$ und $\{773\}\frac{7}{3}P$. Allgemein ist das Symbol dieser mit $\{3k.k.3\}mP3$ tautozonalen Protopyramiden $\{kk3\}\frac{m}{3}P$. In der Krystallreihe des Apophyllits der Seiseralpe sind nun die genannten Protopyramiden, ausgenommen $\{773\}\frac{7}{3}P$, alle entwickelt.

Wenn wir nun das Hauptergebniss vorliegender Untersuchung kurz zusammenfassen, so ist vor Allem zu bemerken, dass am Apophyllit der Seiseralpe ausser dem Deuteroprisma und der Basis keine ohne weiteres bestimmten Formen auftreten, sondern dass man nur von Pyramidengruppen sprechen kann, aus deren Reihe bald die eine bald die andere, oft vicinale Pyramide, entweder allein oder doch die anderen in den Hintergrund drängend, ausgebildet ist, wobei häufig durch unvollzählige Flächenentwicklung Combinationen verschiedenartiger Pyramidenflächen entstehen, welche den Eindruck einfacher Pyramiden machen. Aus diesen Thatsachen lässt sich die Folgerung ableiten, dass auch die Flächen der Apophyllitkrystalle der verschiedenen Fundorte wohl nach ähnlichem Gesetze ausgewählt sein dürften, dass man daher zur Vermeidung von Irrthümern bei der Berechnung der Axenverhältnisse nicht, wie es vielfach geschehen ist, Basis- oder Polkantenwinkel der Pyramiden verwenden darf, sondern deren Neigungen zum Deuteroprisma oder zur Basis. Ferner folgt aus den angegebenen Verhältnissen, dass für den Apophyllit die Annahme bestimmter, allgemein adoptirter Constanten grössere Berechtigung verdient, als die Aufstellung verschiedener Axenverhältnisse, so lange dieselben nicht durch eingehende krystallographische Untersuchungen, sowie chemische Differenzen begründet werden.

Ein weiteres Ergebniss unserer Untersuchung liegt dann in der Fülle der nicht nur für das betreffende Vorkommen, sondern im Allgemeinen für den Apophyllit neuen Formen. Vergleicht man die in den folgenden Tabellen aufgeführten Apophyllitflächen mit den oben zusammengestellten, bisher im Ganzen und vom Vorkommen auf der Seiseralpe bekannt gewordenen Formen, so folgt, dass unter den hier aufgeführten 30 Protopyramiden, 34 Deuteropyramiden und 21 Ditetragonalpyramiden bis jetzt 6 Protopyramiden, 5 Deuteropyramiden und 4 Ditetragonalpyramiden am Apophyllit überhaupt schon bekannt waren, während vom Vorkommen auf der Seiseralpe im Ganzen nur 12 Formen, nämlich ausser der Basis und dem Deuteroprisma 5 Proto-, 3 Deutero- und 2 Ditetragonalpyramiden, welche ich auch alle gefunden, angegeben worden sind, so dass für diese Fundstätte 25 Proto-, 31 Deutero- und 19 Ditetragonalpyramiden, zusammen 75 Formen neu wären, für den Apophyllit im Allgemeinen aber 24 Proto-, 29 Deutero- und 17 Ditetragonalpyramiden, also zusammen 70 Formen als neu zu verzeichnen sind. Im Ganzen wären nun für den Apophyllit 97 Formen nachgewiesen, darunter 87 an den Krystallen der Seiseralpe, an welchen namentlich $\{1.1.10\}\frac{1}{10}P$, $\{115\}\frac{1}{5}P$, $\{227\}\frac{2}{7}P$, $\{110\}\infty P$, $\{101\}P\infty$, $\{503\}\frac{5}{3}P\infty$, $\{326\}\frac{1}{2}P\frac{3}{2}$, $\{321\}3P\frac{3}{2}$, $\{210\}\infty P2$, $\{310\}\infty P3$ nicht vorgefunden wurden.

Es folgen hier die drei Tabellen der beobachteten Proto-, Deutero- und Ditetragonalpyramiden. Zu ihrem Verständnisse bleibt nach den voraus-

Protopyramiden

Beobachtete Formen	Gemessen: Krystalle	Gemessen: Kanten	Gemessen: Grenzen	Gemessen: Mittel	Berechnet
	:		Winkel $mP(hhl):0P(001)$		
$\{1.1.54\}\frac{1}{54}P$	2	2	$1^0 40'$— $1^0 46'$	$1^0 43'$	$1^0 58'$
$\{1.1.45\}\frac{1}{45}P$	1	1		2 20	2 15
$\{1.1.36\}\frac{1}{36}P$	3	3	2 35 — 2 55	2 43	2 49
$\{1.1.27\}\frac{1}{27}P$	2	2	3 35 — 3 50	3 42	3 45
$\{1.1.18\}\frac{1}{18}P$	3	3	5 34 — 5 47	5 40	5 37
$\{119\}\frac{1}{9}P$	1	1		11 3	11 8
$\{113\}\frac{1}{3}P$	1	1		30 30	30 32
$\{335\}\frac{3}{5}P$	2	3	$46\frac{1}{2}^0$—47^0	$46\frac{3}{4}$	46 43
$\{223\}\frac{2}{3}P$	5	8	$49\frac{1}{2}$ —50	$49\frac{3}{4}$	49 43
$\{445\}\frac{4}{5}P$	1	1	$54\frac{1}{2}$ —55	$54\frac{3}{4}$	54 46
$\{556\}\frac{5}{6}P$	1	1		55 55	55 52
$\{667\}\frac{6}{7}P$	2	2	$56^0 33'$—$56^0 44'$	56 38	56 36
$\{778\}\frac{7}{8}P$	1	1		57 6	57 9
$\{889\}\frac{8}{9}P$	3	3	57 31 —57 42	57 36	57 34
$\{9.9.10\}\frac{9}{10}P$	3	3	57 50 —58 0	57 55	57 53
$\{10.10.11\}\frac{10}{11}P$	3	3	58 8 —58 11	58 10	58 8
$\{11.11.12\}\frac{11}{12}P$	8	10	58 20 —58 23	58 21	58 21
$\{13.13.14\}\frac{13}{14}P$	6	7	58 36 —58 43	58 41	58 41
$\{17.17.18\}\frac{17}{18}P$	6	6	58 55 —59 11	59 3	59 7
$\{24.24.25\}\frac{24}{25}P$	8	9	59 25 —59 38	59 32	59 31
$\{50.50.51\}\frac{50}{51}P$	16	20	59 55 —60 12	60 4	60 3
$\{111\}P$	12	15	60 27 —60 42	60 33	60 32
$\{51.51.50\}\frac{51}{50}P$	6	8	61 0 —61 6	61 3	61 1
$\{25.25.24\}\frac{25}{24}P$	7	7	61 25 —61 37	61 33	61 31
$\{443\}\frac{4}{3}P$	1	2	$66\frac{1}{2}^0$—67^0	$66\frac{3}{4}^0$	67 2
$\{332\}\frac{3}{2}P$	3	4	69 —$69\frac{1}{2}$	$69\frac{1}{4}$	69 22
$\{553\}\frac{5}{3}P$	4	7	71 —72	$71\frac{1}{2}$	71 16
$\{221\}2P$	3	3	74 —75	$74\frac{1}{2}$	74 13
$\{441\}4P$	2	2	$81\frac{1}{2}$ —$82\frac{1}{2}$	82	81 58
$\{551\}5P$	1	2	$83\frac{1}{2}$ —84	$83\frac{3}{4}$	83 33

Deuteropyramiden

Beobachtete Formen	Gemessen				Berechnet
	Krystalle	Kanten	Grenzen	Mittel	
	Winkel $mP\infty(h0l):0P(001)$				
{1.0.60} $\frac{1}{60}P\infty$	1	1		1°17′	1°12′
{1.0.40} $\frac{1}{40}P\infty$	1	1		1 45	1 48
{1.0.30} $\frac{1}{30}P\infty$	1	1		2 22	2 23
{1.0.24} $\frac{1}{24}P\infty$	3	3	2°52′— 3° 3′	3 0	2 59
{1.0.20} $\frac{1}{20}P\infty$	1	1		3 35	3 35
{1.0.18} $\frac{1}{18}P\infty$	2	2	3 46 — 3 54	3 50	3 59
{1.0.14} $\frac{1}{14}P\infty$	2	2	5 7 — 5 8	5 8	5 6
{1.0.13} $\frac{1}{13}P\infty$	1	1		5½	5 30
{1.0.12} $\frac{1}{12}P\infty$	4	4	5 53 — 6 2	5 57	5 57
{1.0.11} $\frac{1}{11}P\infty$	1	1		6 30	6 29
{2.0.21} $\frac{2}{21}P\infty$	3	3	6 43 — 6 54	6 49	6 48
{1.0.10} $\frac{1}{10}P\infty$	2	2	7 — 7¼	7 7	7 8
{2.0.19} $\frac{2}{19}P\infty$	3	5	7 23 — 7 31	7 28	7 30
{109} $\frac{1}{9}P\infty$	3	4	7 47 — 8 4	7 55	7 55
{108} $\frac{1}{8}P\infty$	6	8	8 48 — 9 0	8 53	8 53
{3.0.22} $\frac{3}{22}P\infty$	6	7	9 34 — 9 48	9 41	9 41
{107} $\frac{1}{7}P\infty$	4	6	10 0 — 10 15	10 8	10 8
{2.0.13} $\frac{2}{13}P\infty$	6	6	10 40 — 11 0	10 53	10 54
{3.0.19} $\frac{3}{19}P\infty$	7	9	11 4 — 11 17	11 9	11 11
{106} $\frac{1}{6}P\infty$	6	7	11 38 — 11 46	11 42	11 47
{3.0.17} $\frac{3}{17}P\infty$	3	3	12 22 — 12 30	12 26	12 27
{2.0.11} $\frac{2}{11}P\infty$	1	1		12 53	12 49
{3.0.16} $\frac{3}{16}P\infty$	5	6	13 5 — 13 14	13 10	13 12
{4.0.21} $\frac{4}{21}P\infty$	3	3	13 23 — 13 34	13 28	13 24
{105} $\frac{1}{5}P\infty$	4	4	13 53 — 14 8	14 0	14 3
{3.0.14} $\frac{3}{14}P\infty$	2	3	14 52 — 15 6	15 0	15 1
{209} $\frac{2}{9}P\infty$	1	1		15 32	15 33
{104} $\frac{1}{4}P\infty$	1	1		17 20	17 22
{3.0.10} $\frac{3}{10}P\infty$	2	2	20 28 — 20 42	20 35	20 35
{103} $\frac{1}{3}P\infty$	1	1		22 30	22 39
{307} $\frac{3}{7}P\infty$	1	1		28 11	28 12
{102} $\frac{1}{2}P\infty$	1	2	31 45 — 32 0	31 52	32 2
{504} $\frac{5}{4}P\infty$	1	1		57½	57 25
{302} $\frac{3}{2}P\infty$	1	1		61 57	61 57

Ditetragonalpyramiden					
Beobachtete Formen	Gemessen				Berechnet
	Krystalle	Kanten	Grenzen	Mittel	
	Winkel $mPm(hll):\infty P\infty(100)$				
$\{13.4.4\}\frac{13}{4}P\frac{13}{4}$	2	4	21°29'—21°34'	21°32'	21°30'
$\{311\}3P3$	4	6	23 2—23 12	23 5	23 6
$\{20.7.7\}\frac{20}{7}P\frac{20}{7}$	1	1		24 8	24 8
$\{522\}\frac{5}{2}P\frac{5}{2}$	2	2	27 5—27 9	27 7	27 7
$\{12.5.5\}\frac{12}{5}P\frac{12}{5}$	1	1		28 9	28 4
$\{211\}2P2$	2	2	32½—32¾	32 37	32 37
$\{744\}\frac{7}{4}P\frac{7}{4}$	1	1		36 10	36 11
$\{533\}\frac{5}{3}P\frac{5}{3}$	1	1		37 28	37 31
$\{855\}\frac{8}{5}P\frac{8}{5}$	1	1		38 35	38 40
$\{322\}\frac{3}{2}P\frac{3}{2}$	1	1		40 28	40 29
$\{755\}\frac{7}{5}P\frac{7}{5}$	2	2	42½—42 34	42 32	42 26
$\{433\}\frac{4}{3}P\frac{4}{3}$	1	1		43 55	43 50
$\{544\}\frac{5}{4}P\frac{5}{4}$	1	1		45 48	45 41
$\{655\}\frac{6}{5}P\frac{6}{5}$	1	1		46 45	46 51
$\{766\}\frac{7}{6}P\frac{7}{6}$	1	1		47 49	47 39
	Winkel $mP3(3k.k.3):0P(001)$				
$\{313\}P3$	1	1		52°43'	52°50'
$\{623\}2P3$	1	1		69 20	69 15
$\{933\}3P3$	2	2	75°42'—75°51'	75 46	75 49
$\{12.4.3\}4P3$	1	1		79 14	79 16
$\{15.5.3\}5P3$	1	1		81 16	81 23
$\{18.6.3\}6P3$	1	1		82 46	82 48
$\{21.7.3\}7P3$	1	1		83 45	83 49

gegangenen Bemerkungen nur noch wenig beizufügen. Neben den beobachteten Formen, welche zur Bequemlichkeit der Leser mit doppelten Symbolen, nach Miller und Naumann, bezeichnet sind, ist die Zahl der Krystalle angegeben, welche bei der Messung verlässliche Bilder und brauchbare Winkelwerthe gaben. Man darf aus diesen Zahlen keinen Schluss ziehen auf die Häufigkeit der betreffenden Form, sondern nur auf die Art der Ausbildung der Flächen und der daraus sich ergebenden Möglichkeit einer guten Messung. Nur bei den Ditetragonalpyramiden giebt die angeführte Zahl der Krystalle einen Anhaltspunkt für die Bestimmung der

relativen Häufigkeit der Formen. Die nächste Colonne giebt an, an wie vielen Kanten die zugehörige Fläche gemessen wurde. Damit die Schwankung der gemessenen Winkel einer Fläche beurtheilt werden könne, sind die äussersten Werthe unter der Rubrik »Grenzen« angegeben worden. Das arithmetische Mittel aller einer Fläche entsprechenden Kantenmessungen ist als »Mittel« angegeben. Daneben steht in der letzten Colonne der für die voranstehende Form durch Rechnung ermittelte Winkelwerth. Die Differenzen zwischen Messung und Rechnung wurden nicht besonders angeführt; ihr höchster absoluter Werth, den sie selten erreichen, ist 10 Minuten. Was die Reihenfolge der in den drei Tabellen aufgeführten Krystallformen betrifft, so wurden ihr stets die Winkelgrössen zu Grunde gelegt, weil dadurch das Wesen der Krystallformenreihe einen naturgemässen Ausdruck gewinnt, während die mehr künstliche Gruppirung nach mathematischen Formeln nur bei den Protopyramiden mit der Natur der Formen zusammenfällt. Auf letztere gründen sich auch die Absätze in der Aufeinanderfolge. Die Wahl des Winkels der Protopyramiden zur Basis wurde bereits begründet; bei den Deuteropyramiden sind auch die Winkel zu $\{100\}\infty P\infty$ brauchbar; mehrere solcher Messungen sind in die Tabelle aufgenommen, aber der Harmonie wegen umgerechnet worden; bei den Ditetragonalpyramiden der Zone $[\{111\}P:\{100\}\infty P\infty]$ wurden auch die Neigungen zu $\{001\}0P$ öfters gemessen, erwiesen sich jedoch weniger zuverlässig als die in der Zone liegenden Kanten zu $\{100\}\infty P\infty$. Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass in der Tabelle der Ditetragonalpyramiden die Miller'schen Symbole $\{933\}$, $\{18.6.3\}$ der formellen Analogie wegen nicht kürzer $\{311\}$, $\{621\}$ lauten.

XVI. Ueber Zwillinge des Kryolith.

Von

Heinr. Baumhauer in Lüdinghausen.

(Mit 3 Holzschnitten.)

Im 11. Bande dieser Zeitschrift beschrieb ich ausser den mit Schwefelsäure erhaltenen, für das monokline System sprechenden Aetzfiguren des Kryolith auch Verbindungen zweier Individuen dieses Minerals, welche ich damals nach dem Vorgange von Herrn Groth (physikalische Krystallographie, 1. Aufl., S. 435 u. f.) nicht als eigentliche (symmetrische) Zwillinge, sondern nur als regelmässige Verwachsungen bezeichnete, weil die beiden zwar durchaus gesetzmässig vereinigten Individuen nicht nach einer möglichen Krystallfläche zu einander symmetrisch gestellt waren. Ich beobachtete zwei Gesetze, von welchen ich das erste folgendermassen definirte: »Zwei Krystalle sind so verbunden, dass eine Prismenfläche $\infty P(110)$ und die Basis $0P(001)$ des einen Krystalles parallel geht einer Prismenfläche $\infty P'(\bar{1}10)$ und der Basis $0P'(001)$ des andern.« Diese Verbindung lässt sich auch so deuten: beide Individuen haben die Basis gemeinsam, und das eine ist gegen das andere um die Normale zur Basis um $88^{0}1'50''$ (nicht, wie l. c. irrthümlich steht, um den Supplementwinkel $91^{0}58'10''$) gedreht. Diese Definition ergab sich namentlich aus der Lage der Aetzfiguren auf Basis und Prisma, während die von Herrn Hintze an einem solchen Doppelindividuum vorgenommenen Messungen zwar das wichtige Ergebniss lieferten, dass die beiden Basisflächen in keiner Stellung des Krystalles ein doppeltes Signal wahrnehmen liessen, also absolut in eine Ebene fallen, im Uebrigen aber verhältnissmässig wenig gute Resultate gaben, was auf die nicht tadellose Ausbildung jenes Krystalles zurückzuführen ist. Diese Messungen reichten nicht hin, um eine sichere Orientirung an dem betreffenden Krystalle vorzunehmen.

Ich deutete damals schon darauf hin, dass die von Dana und Krenner beschriebenen, angeblich nach (110) symmetrischen Zwillinge wenigstens

zum Theil wohl solche obiger Art seien, da auch ich ohne Beobachtung der Aetzfiguren von vornherein eine Zwillingsbildung nach dem Protoprisma angenommen haben würde.

Nachdem es mir inzwischen ermöglicht wurde, selbst genauere Messungen anzustellen, war ich bemüht, an dem Handstücke (von Evigtok in Grönland), welchem auch die früher untersuchten Krystalle entstammen, weitere Exemplare einer Verwachsung der in Rede stehenden Art aufzusuchen und es gelang mir denn auch, deren noch einige zu finden. Ich mass dieselben nun einzeln durch und erlaube mir im Folgenden die Resultate, welche meine frühere Auffassung bestätigen, mitzutheilen. Die Krystalle, welche ich, dem nun üblichen Gebrauche entsprechend, als echte Zwillinge zu bezeichnen nicht anstehe, sind sehr klein (kaum 1 mm erreichend), ihre Messung ist deshalb ziemlich mühsam. Um gute oder genügende Resultate zu erhalten, war es zudem meist nothwendig, vor der Messung die zu den betreffenden Flächen etwa vorhandenen parallelen Gegenflächen mit Farbe zu bedecken, weil sonst durch innere Reflexe an denselben das Bild des Signals gestört wurde. Die Krystalle waren sämmtlich mit der einen Basisfläche aufgewachsen; die freie Basis ist meist gut spiegelnd, die Prismenflächen spiegeln oft wegen der Streifung weniger gut.

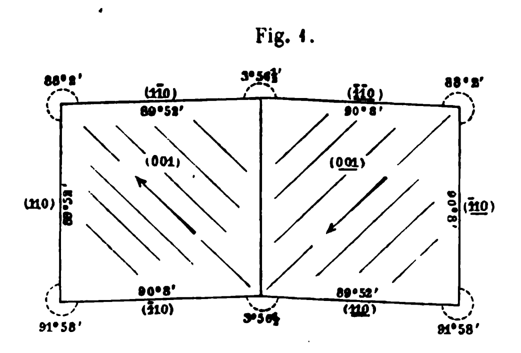
Zunächst mass ich ein paar ausgesuchte einfache Krystalle und fand dabei in den besten Fällen:

$(001):(\bar{1}10)$	$= 90^0\ 6',\ 90^0 5\frac{1}{2}'$	$90^0\ 8'$ (nach Krenner)
$(110):(1\bar{1}0)$	$= 88\ \ 2$	$88\ \ 2$ (- -)
$(110):(\bar{1}10)$	$= 91\ \ 58\frac{1}{2}$	$91\ \ 58$ (- -)

Von den Zwillingen untersuchte ich folgende vier.

Krystall I. An diesem Doppelkrystalle, dessen Basis die zweifache klinodiagonale Streifung zeigt (s. die schematische Fig. 1, welche die Basis eines solchen Zwillings darstellt, wobei die Pfeile die Richtung andeuten, in welcher die Basis des einzelnen Individuums im Verhältnisse zu dessen Prismenflächen abfällt), ist das rechte Individuum bedeutend schwächer entwickelt als das linke, in Folge dessen zwei Prismenflächen desselben ($(\underline{110})$ und $(\underline{\bar{1}\bar{1}0})$) kein deutliches Bild des Signals mehr lieferten. Wenn deshalb auch nicht alle Winkel gemessen werden konnten, so liefern die erhaltenen Werthe doch den Beweis für die Richtigkeit meiner Auffassung.

Fig. 1.



Ich fand:

		Gefordert:
$(001):(1\bar{1}0)$	$= 89^{0}52\frac{1}{2}'$	$89^{0}52'$
$(001):(110)$	$= 89\ 43$	$89\ 52$
$(001):(\bar{1}10)$	$= 90\ 6$	$90\ 8$
$(1\bar{1}0):(110)$	$= 88\ 2$	$88\ 2$
$(110):(\bar{1}10)$	$= 91\ 49\frac{1}{2}$	$91\ 58$
$(\bar{1}10):(\underline{110})$	$= 3\ 26$ *)	$3\ 56\frac{1}{2}$
$(\underline{001}):(\underline{\bar{1}10})$	$= 90^{0}\ 7'$	$90^{0}\ 8'$
$(1\bar{1}0):(\underline{\bar{1}10})$	$= 92\ 4$	$91\ 58$
$(\bar{1}10):(\underline{\bar{1}10})$	$= 88\ 4$	$88\ 2$

Es ergiebt sich, dass die beiden Individuen zu der gemeinsamen Prismenfläche nicht symmetrisch liegen. Dazu kommt, dass (001) und $(\underline{001})$ genau in eine Ebene fallen, indem sie, mit (110) und $(\underline{\bar{1}10})$ in einer Zone liegend, ein scharfes einfaches Reflexbild liefern.

Krystall II. Dieser Zwilling ist etwas grösser als der vorige, wenngleich immer noch sehr klein. Die beiden Individuen sind annähernd von gleicher Grösse. Die gemeinsame Basis gab hier zwar in der Stellung der Zone (110):(001) einen doppelten Reflex, indess differirten die beiden Bilder nur um 6 Minuten. Bei den betreffenden Messungen wurde immer der eine, dem abgelegenen Individuum angehörige Theil der Basis zugedeckt, um einen einfachen Reflex zu erhalten. Ich fand:

$(001):(1\bar{1}0)$	$= 89^{0}32'$ und $89^{0}41'$ (auf $(1\bar{1}0)$ zwei Reflexe)
$(001):(\bar{1}10)$	$= 90\ 4\frac{1}{2}$
$(1\bar{1}0):(110)$	$= 88\ 4$
$(\bar{1}10):(\underline{110})$	$= 3\ 51\frac{1}{2}$
$(\underline{001}):(\underline{110})$	$= 89\ 43$
$(\underline{001}):(\underline{\bar{1}10})$	$= 90\ 7$
$(\underline{001}):(\underline{\bar{1}\bar{1}0})$	$= 90\ 8$
$(\underline{110}):(\underline{\bar{1}10})$	$= 91\ 53$
$(\underline{\bar{1}\bar{1}0}):(1\bar{1}0)$	$= 3\ 50$

Auch hier kann demnach wohl kein Zweifel über die Art der Verbindung entstehen.

Krystall III. Wie ich schon in meiner ersten Arbeit bemerkte, sind zwei verschiedene Arten der beschriebenen Zwillingsverwachsung möglich, je nachdem nämlich die beiden Individuen in der Weise, wie es Fig. 1 darstellt, verbunden sind, oder ihre Stellung, wie in Fig. 2 auf S. 358, vertauscht haben. Ein Zwilling letzterer Art ist der dritte Krystall. Die

*) Nur angenähert zu messen.

Flächen (001) und ($\underline{001}$) geben ein durchaus einheitliches, gutes Bild des Signals. Es wurde gefunden:

$(\underline{001}):(\underline{1\bar{1}0}) = 89^{\circ}51\frac{1}{2}'$
$(\underline{001}):(\underline{110}) = 89\ \ 47\frac{1}{2}$
$(\underline{1\bar{1}0}):(\underline{110}) = 88\ \ 8$
$(\underline{110}):(\bar{1}10) = 4\ \ 0\frac{1}{2}$
$(001):(\bar{1}10) = 90\ \ 7\frac{1}{2}$
$(001):(\bar{1}\bar{1}0) = 90\ \ 5\frac{1}{2}$
$(\bar{1}10):(\bar{1}00) = 44\ \ 0$
$(\bar{1}00):(\bar{1}\bar{1}0) = 44\ \ 3\frac{1}{4}$
$(\bar{1}10):(\bar{1}\bar{1}0) = 88\ \ 3\frac{1}{4}$

Krystall IV. Dieser von einer ziemlich breiten Zwillingslamelle durchsetzte Krystall eignet sich wenig zu genauen Messungen, da seine

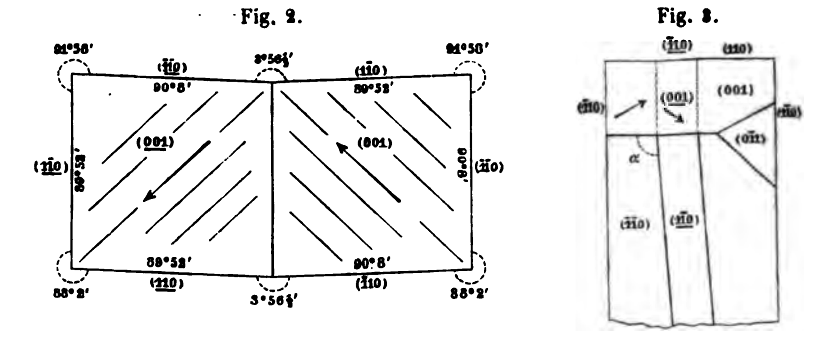


Fig. 2. Fig. 3.

Flächen theilweise schlecht ausgebildet sind, theilweise doppelte Reflexe geben. Auch auf (001) erscheinen in der Zone $(001):(1\bar{1}0)$ — etwa in einer Distanz von 5′ — zwei Signalbilder. Ich führe folgende Werthe an:

$(\bar{1}\bar{1}0):(\underline{1\bar{1}0}) = 3^{\circ}59'$
$(\bar{1}10):(\bar{1}\bar{1}0) = 88\ \ 8$
$(001):(\bar{1}\bar{1}0) = 90\ \ 6$

Dieser Krystall ist natürlich zugleich ein Zwilling erster und zweiter Art. Die Lamelle hebt sich auf $(\bar{1}\bar{1}0)$ sehr scharf ab und gestattete unter dem Mikroskope eine recht genaue Bestimmung des ebenen Winkels α (s. Fig. 3). Ich fand denselben zu $93^{\circ}57'$; derselbe berechnet sich zu $93^{\circ}52\frac{1}{2}'$. Wäre die Verwachsung eine symmetrische nach ∞P, so müsste der betreffende Winkel $90^{\circ}8'$ betragen. Auch hieraus ergiebt sich demnach ein weiterer Beweis für die Richtigkeit unserer Auffassung.

Will man die in Rede stehende Verwachsung als eine hemitrope auffassen und eine zu beiden Individuen symmetrische Zwillingsebene einführen, so kann man das betreffende Gesetz so aussprechen: »Zwillingsebene ist eine Fläche, welche zu einer Kante (001):(110) senkrecht steht;

Zwillingsaxe ist also die genannte Kante.« Die Zwillingsebene ist dann aber natürlich keine mögliche Krystallfläche. Das eine Individuum gelangt wieder in die Stellung des anderen, wenn man es um die Kante (001):(110) um 180° dreht. Diese Zwillingsbildung beim Kryolith scheint mir in einer interessanten Beziehung zu einer solchen beim Hydrargillit zu stehen, welche Brögger in neuester Zeit bekannt gemacht hat. Derselbe beschreibt in »Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge der südnorwegischen Augit- und Nephelinsyenite« (diese Zeitschr. **16**, spec. Th. **24**) als diejenige fünfter Art eine Verbindung zweier Individuen des genannten Minerals, welche er, als hemitrope Zwillingsbildung aufgefasst, durch folgendes Gesetz ausdrückt: »Zwillingsebene senkrecht zur Basis; mit der Kante (001):(100) bildet die Trace der Zwillingsebene auf der Basis einen ebenen Winkel von 119° 49½′, mit der Kante (001):(110) also einen Winkel von 0° 31½′. Die Zwillingsaxe ist in der Basis senkrecht zu der Trace der Zwillingsebene gelegen.« Die Zwillingsebene ist keine mögliche Krystallfläche; sie fällt nicht genau, doch recht nahe mit einer Fläche {100.102.9} = $\frac{34}{3}P\frac{51}{50}$ zusammen. Auch die Zwillingsaxe fällt mit keiner möglichen Krystallkante zusammen.

Statt der angeführten Definition hält Brögger jedoch eine andere für naturgemässer, nach welcher die Zwillinge nicht mehr als hemitrope aufgefasst werden. Er weist darauf hin, dass die beiden Individuen bei paralleler Basis in der Weise orientirt sind, dass zwei Zonenaxen des einen Individuums parallel mit zwei (ungleichwerthigen) Zonenaxen des anderen sind. Das Gesetz lautet nun: »Die beiden Einzelindividuen haben eine Fläche (001) gemeinsam, sowie je zwei parallele ungleichwerthige Zonenaxen: [(001):($\bar{1}$00)] und [(001):($\bar{1}$10)].« Man kann dasselbe auch in folgender Weise aussprechen: »Beide Individuen haben die Basis gemeinsam, und das eine ist gegen das andere um die Normale zur Basis um einen Winkel von 59° 39′ (gleich dem Supplementwinkel des von ($\bar{1}$00) und ($\bar{1}$10) auf (001) gebildeten ebenen Winkels) gedreht.« In dieser Form weist das Gesetz entschiedene Aehnlichkeit mit dem für den gleichfalls monoklinen Kryolith (mit ebenfalls einem Rechten sehr nahekommendem $\angle \beta$) ermittelten Gesetze auf: »Beide Individuen haben die Basis gemeinsam, und das eine ist gegen das andere um die Normale zur Basis um einen Winkel von 88° 1′ 50″ (gleich dem von (110) und ($\bar{1}$10) auf (001) gebildeten ebenen Winkel) gedreht.« Dabei werden die Kanten (001):(110) und (001):($\bar{1}\bar{1}$0) des einen Individuums parallel zu den Kanten (001):(1$\bar{1}$0) und (001):($\bar{1}$10) des anderen. Wie aber beim Hydrargillit, welcher in seinen Winkeln dem hexagonalen Systeme nahekommt, der Drehungswinkel sich 60° nähert, so nähert sich derselbe beim Kryolith, welcher goniometrisch dem quadratischen Systeme nahe steht, einem rechten Winkel.

Im Folgenden sind, wozu obige Bemerkungen Anlass gaben, sämmtliche Arten der Zwillingsbildung, soweit sie, hemitropisch aufgefasst, an holoëdrischen Krystallen des monoklinen Systemes mit Sicherheit bekannt sind, zusammengestellt.

A. Zwillingsebene eine mögliche Krystallfläche.

I. Zwillingsebene eine Querfläche.

a. die Basis,
b. ein Hemidoma,
c. das Orthopinakoid,
} nicht wesentlich verschieden.

II. Zwillingsebene eine prismatische Fläche.

a. ein Klinodoma,
b. eine Hemipyramide,
c. ein verticales Prisma,
} nicht wesentlich verschieden.

B. Zwillingsebene keine mögliche Krystallfläche.

I. Zwillingsebene senkrecht zu einer möglichen Kante resp. einer Zone. Drehungsaxe parallel einer möglichen Kante (z. B. Kryolith*)).

II. Zwillingsebene senkrecht zu einer möglichen Fläche und parallel einer möglichen Kante. Drehungsaxe keine mögliche Kante, doch senkrecht zu einer solchen (z. B. Argyrodit, für welchen A. Weisbach**) das folgende Zwillingsgesetz angiebt: »Zwillingsebene rechtwinklig zu $(\bar{6}01)6P\infty$ und parallel der Combinationskante (110) $(11\bar{1})$«).

III. Zwillingsebene senkrecht zu einer möglichen Fläche; die Drehungsaxe in dieser gelegen, doch weder senkrecht noch parallel zu einer möglichen Kante (z. B. Hydrargillit, nach Brögger vielleicht auch Glimmer).

Es gelang mir leider nicht, auch weiteres geeignetes Material zum genaueren Studium der zweiten Art regelmässiger Verwachsung des Kryolith, welche ich in meiner früheren Arbeit beschrieben habe, zu gewinnen.

---

*) Eine ganz ähnliche Zwillingsbildung, freilich nur an einem Exemplare, beobachtete G. Tschermak neuerdings am Orthoklas (diese Zeitschr. **17**, 210).

) Diese Zeitschr. **13, 589.

XVII. Ueber Pinakiolith und Trimerit, zwei neue Mineralien aus den Mangangruben Schwedens.

Von

Gust. Flink in Stockholm.

(Mit Tafel III.)

---

1. Pinakiolith, von Långbanshyttan in Wärmland.

Im Frühlinge dieses Jahres besuchte ich Långbanshyttan und fand daselbst ein Mineral, welches mir völlig fremd war. Ich habe dasselbe nachher eingehend untersucht und es erwies sich dabei als ein neues. Da es fast immer in kleinen Krystalltäfelchen vorkommt, scheint mir der Name Pinakiolith von *πινάκιον*, kleine Tafel, und *λίθος*, Stein, für dasselbe nicht unpassend.

Das Mineral kommt zu Långbanshyttan in körnigem Dolomit und mit Hausmannit, welcher als Erz abgebaut wird, zusammen vor. Der Dolomit ist häufig durch Mangancarbonat roth gefärbt. Das neue Mineral findet sich in besonderen Streifen und Bändern im Dolomit und zwar häufig von dem Hausmannit getrennt, und die Krystalllamellen oder Tafeln liegen oft deutlich zu einander einigermassen parallel orientirt. Die so entstandenen Pinakiolithzonen sind jedoch immer dünn und scheinen auch eine sehr beschränkte Verbreitung zu haben. Zusammen mit den Pinakiolith kommen noch körniger Tephroit, kleine Blättchen von Manganophyll, Berzeliit etc. vor.

Da das Mineral nur in sehr kleinen Individuen auftritt, war es schwierig, eine genügende Quantität reinen Analysenmateriales zu erhalten. Auch recht grosse Stufen von dem das Mineral enthaltenden Dolomit lassen beim Lösen in Salzsäure nur wenig von den kleinen und dünnen Mineraltafeln zurück. Obwohl das Mineral in concentrirter Salzsäure gelöst wird, wirkt doch verdünnte Säure nicht merkbar auf dasselbe ein. Dagegen werden die Tephroitkörner zersetzt und kleine Reste der durch diese Zersetzung freigemachten Kieselsäure haften an den Krystalltafeln des Pinakiolith sehr

hartnäckig an und sind nicht völlig wegzuschaffen. Auch sind häufig mehrere sehr dünne Tafeln zusammengewachsen und es ist dann nicht möglich, sich vor dazwischen eingeschaltenen Beimengungen zu hüten.

Das specifische Gewicht des Minerals, durch Wägen in Benzol bestimmt, ist bei 20° C. = 3,881. Härte = 6. Sehr spröde.

Im Gebläsefeuer schmelzen dünne Lamellen sehr schwierig zu schwarzer, nicht magnetischer Schlacke. Mit Kaliumbisulfat und Flussspath färbt das Mineralpulver die Flamme intensiv grün. Mit anderen Flussmitteln giebt es starke Reaction auf Mangan.

Von warmer concentrirter Salzsäure wird das Mineralpulver und zwar unter starker Chlorentwickelung gelöst. In der Lösung halten sich jedoch immer einige Flocken von Kieselsäure suspendirt. Die qualitative Untersuchung zeigt übrigens die Anwesenheit von Mangan, Magnesia und Borsäure nebst kleinen Mengen von Kalk und Blei. Die quantitativen Bestimmungen wurden in vier verschiedenen Proben bewerkstelligt.

Nachdem die Borsäure durch wiederholte Abdampfungen mit Salzsäure völlig entfernt war, wurden Kieselsäure, Blei, Mangan, Eisen, Kalk und Magnesia in derselben Probe und mittels gewöhnlicher Methoden bestimmt. Die Borsäure wurde in einer besonderen Probe nach Gooch's Methode*) isolirt und gewogen. Diese Methode ist gewiss sehr gut. Dass die Menge der Borsäure dennoch etwas zu gering gefunden wurde, beruht deshalb nicht auf der Methode, sondern darauf, dass die angewandte Substanz nicht völlig rein war und kein Mittel zur Bestimmung der Menge der Verunreinigungen sich finden liess. Die Quantität des durch Salzsäure aus dem Mineral freigemachten Sauerstoffes sowie auch einer geringen Menge möglicherweise anwesenden Wassers wurden ausserdem in besonderen Proben bestimmt. Die so durchgeführte Analyse lieferte folgendes Resultat:

B_2O_3	15,65
MgO	28,58
Mn_3O_4	49,39
Fe_3O_4	2,07
CaO	1,09
PbO	0,76
SiO_2	1,21
H_2O	0,47
	99,22

Zieht man die Kieselsäure und das Wasser, welche gewiss nur Verunreinigungen sind, ab und berechnet man ferner den Rest auf 100, so erhält man:

*) Bull. of the Unit. States Geol. Survey, No. 42, pag. 64.

Der Pinakiolith kommt zwar nur idiomorph begrenzt vor, jedoch sind die Krystalle gewöhnlich gar nicht gut ausgebildet. Wie schon erwähnt, bilden dieselben am häufigsten kleine Tafeln (Fig. 1, Taf. III), welche einen etwas langgezogenen, rectangulären Umriss zeigen. Sehr häufig sind diese Tafeln auch ganz unregelmässig begrenzt und wie ringsum zerbrochen. Die Grösse derselben ist höchstens $6 \times 3 \times 1$ mm. Gewöhnlich sind sie aber viel kleiner, sehr dünn, gebogen und gebrochen.

Der Pinakiolith gehört wie der Ludwigit dem rhombischen Systeme an. Die Aufstellung der Krystalltafeln habe ich derartig gewählt, dass die grosse Tafelfläche als Brachypinakoid genommen ist. Ferner wurden sie aufrecht so gestellt, dass die krystallographische c-Axe in der Richtung liegt, welche in der Regel die Längsrichtung der Tafeln ist. Nach dieser Stellung kommen an besser ausgebildeten Krystallen an den vorderen (und hinteren) Kanten zwei Flächen vor, welche mit einander einen Winkel von $31^{\circ} 4'$ bilden und — analog dem mit dem Pinakiolith homöomorphen Manganit (siehe weiter unten) — als $\{310\}\infty\bar{P}3$ betrachtet werden. Nur diese zwei Krystallformen

$$\{010\}\infty\breve{P}\infty \text{ und}$$
$$\{310\}\infty\bar{P}3$$

sind am Pinakiolith beobachtet worden; es kommen aber sehr häufig Zwillinge vor, welche so ausgebildet sind, wie Fig. 2 zeigt. Die beiden in Zwillingsstellung verwachsenen Individuen bilden mit einander einen Winkel von $60^{\circ} 55'$. Da die Halbirungsebene dieses Winkels eine krystallonomisch mögliche Fläche sein muss, kann man dieselbe als Brachydoma betrachten und hiermit sind Daten für die Berechnung des rhombischen Axenverhältnisses gegeben. Man hat nämlich

$$(310):(3\bar{1}0) = 31^{\circ} 4' \text{ und } (011):(0\bar{1}1) = 60^{\circ} 55',$$

also

$$a:b:c = 0,83385:1:0,58807.$$

Nicht alle Pinakiolithkrystalle sind nach dem Brachypinakoid dünntafelförmig ausgebildet. Es kommen nämlich auch nach der c-Axe stengelig ausgezogene Individuen vor, welche nicht breiter als dick sind (Fig. 3). Die Brachypinakoidfläche ist immer glänzend und gut spiegelnd; die Prismenflächen sind dagegen in der Regel mehr oder weniger matt. Die Zwillinge sind bisweilen derartig zusammengewachsen, dass sie aus zwei einander durchkreuzenden Individuen bestehen (Fig. 4). Diese Durchkreuzungszwillinge sind gewöhnlich innen ganz geschlossen, doch kommen auch solche vor, welche innen hohl sind. Auch einfache Krystalle sind bisweilen so gebildet, dass sie aussen aus einer dünnen Rinde bestehen und innen hohl sind.

Spaltbarkeit nach dem Brachypinakoid ist, wie namentlich aus

Dünnschliffen ersichtlich, ziemlich vollkommen. In Schliffen nach dem Brachypinakoid selbst sieht man bisweilen unvollkommene Spaltrisse nach einem unbestimmbaren Makrodoma.

Die Farbe des Pinakiolith ist rein schwarz; der Glanz auf den Krystallflächen sehr stark, metallisch. Das gepulverte Mineral ist bräunlich grau und wird durch heftiges Glühen schwarz. Sehr dünne Schliffe sind durchscheinend, stark pleochroitisch.

Die optische Orientirung des Minerals ist derartig, dass die Ebene der optischen Axen in der Basis liegt, und die spitze, negative Bisectrix mit der krystallographischen *b*-Axe zusammenfällt. Das Mineral ist allzuwenig durchsichtig, um die Messung der Winkel der optischen Axen zu gestatten. Der Winkel um die spitze Bisectrix ist jedoch ziemlich klein (der scheinbare Axenwinkel in Luft nach Schätzung ca. 60°), so dass die Axen innerhalb des Gesichtsfeldes des Mikroskops mit Polarisation austreten. Die Dispersion des Axenbildes ist der starken Absorption wegen nicht deutlich, doch scheint die Farbendispersion $v > \varrho$ stattzufinden. Die Absorption des Lichtes und die Axenfarben sind wie folgt: parallel der *c*-Axe (= Richtung der mittleren optischen Elasticität) grösste Absorption, fast undurchsichtig; parallel der *b*-Axe (= Richtung der grössten optischen Elasticität) mittlere Absorption, tief rothbraun, und parallel der *a*-Axe (= Richtung der kleinsten optischen Elasticität) kleinste Absorption, rothgelb, also $\mathfrak{b} > \mathfrak{a} > \mathfrak{c}$.

Es ist schon angegeben, dass der Pinakiolith mit dem Ludwigit der Zusammensetzung nach sehr nahe verwandt ist. Auch krystallographisch scheinen die beiden Mineralien, insofern man nach den mangelhaften Angaben über den Ludwigit schliessen kann, mit einander übereinstimmend zu sein.

2. Trimerit, von der Harstigsgrube in Wärmland.

Beim Suchen nach Krystallen des früher unter den Mineralien der Harstigsgrube gefundenen Friedelit wurde der Trimerit (von τριμερής, dreigetheilt, mit Rücksicht auf den unten beschriebenen mimetischen Bau der Krystalle) gegen das Ende des vorigen Jahres entdeckt. Die beiden Mineralien kommen unter ähnlichen Verhältnissen und wohl auch zusammen vor, doch ist der Trimerit bei weitem seltener, da ich davon ausser dem zur Untersuchung verwendeten Material nur drei Stücke erhalten habe. Betreffs des äusseren Aussehens des Minerals mag bemerkt werden, dass ich es anfänglich für grosse lichtgefärbte Krystalle von Friedelit hielt. Diese unrichtige Ansicht konnte sich aber nur so lange halten, bis die Krystalle von dem umgebenden Kalkspath völlig befreit waren, dann zeigte es sich gleich, dass hier etwas Anderes vorliege.

Der Trimerit kommt nur in aufgewachsenen, von später abgesetztem Kalkspath umgebenen Krystallen vor. Dieselben können zwar durch ver-

dünnte Salzsäure isolirt werden; dabei bleiben sie aber nicht ganz unangegriffen. Doch geben die durch Säure freigemachten Krystalle am Reflexionsgoniometer noch gute Reflexe. Es scheint die Trimeritsubstanz selbst von verdünnter Säure kaum angegriffen zu werden; die Krystalle sind aber häufig mit Sprüngen, Rissen und allerlei unregelmässigen Vertiefungen versehen, die mit Kalkspath erfüllt sind. Wenn diese mannichfaltigen Vertiefungen entleert werden, erhalten die Krystalle oft ein zerfressenes und schwammiges Aussehen. Andere Krystalle sind dagegen mit unverletzten Flächen versehen und hübsch ausgebildet.

Das Nebengestein, d. h. dasjenige Gestein, auf welchem die Krystalle aufgewachsen sind, ist ein feinkörniges Gemenge von Magnetit, graugrünem Pyroxen, Granat etc. Die Krystalle selbst sind von einem Gewebe von haarfeinen, grünlichgrauen bis farblosen Grammatitstengeln umgeben oder begleitet, bisweilen auch durchsetzt. Auch kommen ziemlich grosse dunkelbraune Granate mit dem Trimerit zusammen vor. Diese Granatkrystalle stellen die gewöhnliche Combination {110} {211} dar und sind ziemlich wohl ausgebildet. Auch habe ich zusammen mit dem Trimerit einzelne kleine Krystalle von Friedelit gefunden. Diese beiden Mineralien kommen also zusammen vor und sind auch wahrscheinlich von gleichem Alter.

Das specifische Gewicht des Trimerit, in Rohrbach's Baryumquecksilberjodidflüssigkeit bestimmt, ist = 3,474 (nach Bestimmung von Prof. W. C. Brögger), die Härte = 6—7.

Eine distincte Spaltbarkeit findet, wie Dünnschliffe zeigen, nach der Basis statt; sehr vollkommen kann sie jedoch nicht sein, da Bruchstücke in der Regel einen ausgeprägt muscheligen Bruch zeigen.

In der Platinzange schmelzen dünne Splitter nur vor heftigstem Löthrohrfeuer, wobei sich eine dunkle Schlacke bildet. Uebrigens ist die Anwesenheit von Kieselsäure, Eisen und Mangan vor dem Löthrohre leicht nachzuweisen. Pulverisirt wird das Mineral von heisser concentrirter Salzsäure leicht zersetzt, wobei flockige Kieselsäure sich abscheidet.

Die saure Flüssigkeit, aus welcher die Kieselsäure abgeschieden ist, giebt mit Schwefelwasserstoff keinen Niederschlag, wohl aber die durch Ammoniak neutral gemachte mit Schwefelammonium. Dieser durch Schwefelammonium erzeugte Niederschlag enthält Mangan und Eisen nebst einer Thonerde-ähnlichen Substanz, die sich aber nicht wie gewöhnlich vom Mangan trennen lässt, sich in kohlensaurem Ammonium löst und durch Kochen wieder gefällt wird. Es ist dies also Beryllerde. Diese wurde bei der Analyse in folgender Art bestimmt. Bei der Trennung von Eisen und Mangan bleibt eine Portion der Beryllerde bei jedem der beiden. Von Eisen wurde die Beryllerde mit Kalilauge ausgezogen, und aus dem Gemenge von Beryllerde und Mangan wurde letzteres bei Gegenwart von Wein-

doch nicht durch Goniometermessungen entdeckt werden. Sie verhalten sich geometrisch also wie einfache hexagonale Individuen und sollen der Einfachheit wegen vorläufig hier als solche betrachtet und beschrieben werden. Sie sind dann nach der Basis dicktafelförmig und ausserdem gewöhnlich von zwei Prismen und drei Pyramiden begrenzt. Um mit dem Phenakit und überhaupt mit der Willemitgruppe eine Analogie zu erlangen, muss das Prisma *m* als Prisma zweiter Ordnung und die darauf gerade aufgesetzte Pyramide *p* als Pyramide zweiter Ordnung betrachtet werden. Das untergeordnete Prisma *n* wird dann Grundprisma und die Pyramide *o* eine solche dritter Ordnung und zwar von dem Zeichen:

$$\{12.3.\overline{15}.8\}\, \tfrac{15}{8}P\tfrac{5}{4}\,.$$

Diese Pyramide *o* verleiht durch die Vertheilung ihrer Flächen den Krystallen eine scheinbare pyramidal-hemiëdrische Ausbildung.

Die Flächencombination ist also:

$$\begin{aligned} c &= \{0001\}\,0P, \\ m &= \{11\bar{2}0\}\,\infty P2, \\ n &= \{10\bar{1}0\}\,\infty P, \\ p &= \{33\bar{6}4\}\,\tfrac{3}{2}P2, \\ s &= \{33\bar{6}8\}\,\tfrac{3}{4}P2, \\ o &= \{12.3.\overline{15}.8\}\,\tfrac{15}{8}P\tfrac{5}{4}\,. \end{aligned}$$

Die Pyramide *s* ist sehr untergeordnet und kommt nur selten vor, weshalb sie nicht in der Figur eingetragen wurde.

Aus mehreren genauen und völlig übereinstimmenden Messungen des Winkels

$$(33\bar{6}4):(0001) = 47^{\circ}\,20'$$

berechnet sich das hexagonale Axenverhältniss

des Trimerit		$a : c = 1 : 0,7233.$
Der Phenakit hat		$a : c = 1 : 0,6611,$
- Troostit	-	$a : c = 1 : 0,6739,$
- Dioptas	-	$a : c = 1 : 0,5281.$

Von fünf verschiedenen Krystallen sind alle brauchbaren Messungsresultate entnommen. Wie schon erwähnt, ist es gewöhnlich nur an vorzüglich ausgebildeten Ecken möglich, zuverlässige Werthe zu erhalten. An einem sehr kleinen Krystalle (Nr. 2) war es aber möglich, fast rundherum zu messen. Deshalb theile ich hier gesondert die an demselben erhaltenen Winkelwerthe mit. Man wird dadurch in den Stand gesetzt zu beurtheilen wie vollständig die (scheinbar) hexagonale Symmetrie des Minerals entwickelt ist.

	Gefunden:	Berechnet:
$(2\bar{1}\bar{1}0):(11\bar{2}0)$	$= 59^{0}49'$	$60^{0}\ 0'$
$(11\bar{2}0):(\bar{1}2\bar{1}0)$	= 60 40	-
$(\bar{1}2\bar{1}0):(\bar{2}110)$	= 59 39	-
$(\bar{2}110):(\bar{1}\bar{1}20)$	= 59 50	-
$(\bar{1}\bar{1}20):(1\bar{2}10)$	= 60 11	-
$(1\bar{2}10):(2\bar{1}\bar{1}0)$	= 59 50	-
$(2\bar{1}\bar{1}0):(10\bar{1}0)$	= 29 52	30 0
$(10\bar{1}0):(11\bar{2}0)$	= 29 58	-
$(11\bar{2}0):(01\bar{1}0)$	= 29 56	-
$(01\bar{1}0):(\bar{1}2\bar{1}0)$	= 30 46	-
$(\bar{2}110):(\bar{1}010)$	=(28 57)	-
$(0\bar{1}10):(1\bar{2}10)$	= 30 16	-
$(1\bar{2}10):(1\bar{1}00)$	= 29 54	-
$(1\bar{1}00):(2\bar{1}\bar{1}0)$	= 29 57	-
$(0001):(11\bar{2}0)$	= 89 56	90 0
- $:(\bar{1}\bar{1}20)$	= 90 21	-
- $:(\bar{1}2\bar{1}0)$	= 89 57	-
- $:(\bar{2}110)$	= 90 0	-
- $:(33\bar{6}4)$	= 47 27	47 20
- $:(\bar{3}\bar{3}64)$	= 47 19	-
- $:(\bar{3}6\bar{3}4)$	= 47 18	-
- $:(3\bar{6}34)$	= 47 32	-
- $:(\bar{6}334)$	= 47 18	-
- $:(6\bar{3}\bar{3}4)$	= 47 16	-
- $:(6\bar{3}\bar{3}8)$	= 28 21	28 29
- $:(12.3.\bar{15}.8)$	= 55 25	55 8
- $:(\bar{12}.\bar{3}.15.8)$	= 54 52	-
- $:(\bar{3}.15.\bar{12}.8)$	= 55 5	-
$(\bar{3}6\bar{3}4):(\bar{6}334)$	= 43 9	43 10
$(33\bar{6}4):(\bar{3}6\bar{3}4)$	= 43 4	-
$(\bar{6}334):(\bar{3}\bar{3}64)$	= 43 19	-
$(\bar{3}6\bar{3}4):(\bar{3}.15.\bar{12}.8)$	= 16 44	16 45
$(\bar{12}.\bar{3}.15.8):(\bar{3}\bar{3}64)$	= 16 45	-
$(12.3.\bar{15}.8):(33\bar{6}4)$	= 16 31	-
$(\bar{15}.12.3.8):(\bar{6}334)$	= 16 52	-
$(\bar{3}.15.\bar{12}.8):(11\bar{2}0)$	= 51 35	51 40
$(\bar{12}.\bar{3}.15.8):(\bar{2}110)$	= 51 33	-
$(12.3.\bar{15}.8):(2\bar{1}\bar{1}0)$	= 51 35	-
$(\bar{15}.12.3.8):(\bar{1}2\bar{1}0)$	= 51 39	-
$(\bar{6}334):(\bar{1}\bar{1}20)$	= 68 52	68 25

Der genannte Krystall ist nicht wie gewöhnlich nach der Basisfläche

tafelförmig, sondern mit etwas pyramidalem Habitus entwickelt. Die Basisfläche, nur einerseits zugegen, ist klein, glänzend und ohne alle regelmässige Zeichnung. Die Deuteropyramide *p* ist gross und wohlausgebildet, wogegen die Flächen der Tritopyramide *o* sehr klein sind. Die Deuteropyramide *s* ist hier auch zugegen, aber nur mit einer einzigen Fläche. Diese ist aber ziemlich breit und wohlausgebildet. Die Flächen der Verticalzone sind weniger gut entwickelt, klein, vertical gestreift oder mit regellosen Unebenheiten versehen, so dass sie nicht gut spiegeln.

Die vier anderen Krystalle, von welchen die in der folgenden Winkeltabelle angeführten Messungswerthe erhalten wurden, sind nur an beschränkten Theilen für Messungen geeignet. Krystall Nr. 1 ist ein 1½ mm grosses Individuum, mit der Basisfläche und den Pyramiden *p* und *o* sehr gut ausgebildet. Dagegen ist die Verticalzone wenig glänzend. Das Grundprisma ist hier nicht vorhanden. Die Krystalle Nr. 3 und 4 sind einige Millimeter gross und nicht besonders gut ausgebildet. Krystall Nr. 5 ist der grösste unter allen gefundenen Trimeritkrystallen. Die Dimensionen desselben sind schon angegeben. Die Flächen sind hier im Allgemeinen sehr uneben, doch kommen treffliche Ecken vor, wo sehr genaue Winkelwerthe erhalten wurden. Alle an anderen Trimeritkrystallen vorkommenden Flächen sind am Krystall Nr. 5 zugegen und ausserdem noch verschiedene andere, von welchen es mir nicht gelungen ist sie genügend zu bestimmen.

Winkeltabelle (Trimerit).

	Nr. 1.	3.	4.	5.	Berechnet:
$(2\bar{1}\bar{1}0):(11\bar{2}0)$ =	60° 9'	59°54'	60°10'	59°36'	60° 0'
$(10\bar{1}0):(11\bar{2}0)$ =	—	—	—	30 14	30 0
$(10\bar{1}0):(2\bar{1}\bar{1}0)$ =	—	—	—	29 26	30 0
$(11\bar{2}0):(0001)$ =	89 52	89 59	90 14	—	90 0
$(2\bar{1}\bar{1}0):(0001)$ =	90 15	—	—	—	90 0
$(33\bar{6}4):(0001)$ =	47 13	47 57	47 25	47 21	47 20
$(33\bar{6}4):(11\bar{2}0)$ =	42 39	42 2	42 49	—	42 40
$(12.3.\bar{15}.8):(0001)$ =	54 54	54 55	55 50	54 41	55 8
$(12.3.\bar{15}.8):(33\bar{6}4)$ =	16 57	—	16 56	16 38	16 45
$(12.3.\bar{15}.8):(11\bar{2}0)$ =	39 9	39 9	39 15	38 47	39 10 10''
$(12.3.\bar{15}.8):(2\bar{1}\bar{1}0)$ =	51 22	—	51 15	—	51 40 10
$(12.3.\bar{15}.8):(6\bar{3}\bar{3}4)$ =	32 31	32 24	32 30	32 31	32 29 30
$(33\bar{6}4):(6\bar{3}\bar{3}4)$ =	43 0	—	—	43 19	43 9 40

Da, wo an einem und demselben Krystalle homologe Winkel mehrmals zu messen möglich waren, ist nur das mit dem berechneten Werthe am besten übereinstimmende Resultat aufgenommen worden. Die Differenzen zwischen gefundenen und berechneten Werthen sind nur zufälligen Unregelmässigkeiten in dem Baue der Krystalle zuzuschreiben und kaum als

gegen die geometrischen Anforderungen des hexagonalen Systemes sprechend zu erklären. Dies geht besonders bei Betrachtung der am Krystall Nr. 2 gemessenen Werthe hervor. Hier kommen recht beträchtliche Differenzen vor. Sie sind aber nicht derartig geordnet, dass dadurch in geometrischer Beziehung ein anderes Krystallsystem als das hexagonale abgeleitet werden könnte. Die Basisfläche dieses Krystalles ist auch völlig eben und homogen. Keine Spur von Zeichnung, aus welcher eine mimetische Zusammensetzung geahnt werden könnte, ist wahrnehmbar, ebensowenig wie an den übrigen Flächen des Krystalles. An anderen Krystallen kommen zwar Streifung und mannigfache Zeichnung vor, es ist mir aber nicht gelungen, eine Gesetzmässigkeit betreffs der physischen Beschaffenheit der verschiedenen Flächen zu constatiren. Es sind häufig homologe Flächen ganz verschieden beschaffen. Die Streifung der Flächen scheint deshalb jedenfalls zum Theil durch äussere zufällige Umstände bedingt zu sein.

Wie schon erwähnt, ist die Wahl der Grundform des Trimerit, um Uebereinstimmung mit den anderen Gliedern der Willemitgruppe zu erlangen, getroffen worden. Hierdurch werden aber die Flächensymbole etwas complicirt. Dies ist besonders mit der Fläche o der Fall. Wird dagegen die Pyramide p als Grundpyramide $\{10\bar{1}1\}$ angenommen, so wird das Axenverhältniss

$$a : c = 1 : 0{,}94235.$$

Die verschiedenen Formen werden dann folgende Symbole erhalten:

$$\begin{aligned} c &= \{0001\}\,0P, \\ m &= \{10\bar{1}0\}\,\infty P, \\ n &= \{11\bar{2}0\}\,\infty P2, \\ p &= \{10\bar{1}1\}\,P, \\ s &= \{10\bar{1}2\}\,\tfrac{1}{2}P, \\ o &= \{21\bar{3}2\}\,\tfrac{3}{2}P\tfrac{3}{2}. \end{aligned}$$

Wie aus den optischen Eigenschaften des Minerals hervorgeht, kann der Trimerit aber nicht als hexagonal, sondern muss als aus asymmetrischen Individuen mimetisch zusammengesetzt betrachtet werden.

Da ich selbst einer Reise wegen die Untersuchung der optischen Verhältnisse des Trimerit nicht ausführen konnte, war Prof. W. C. Brögger so freundlich, diese Untersuchung gütigst zu übernehmen; seine Resultate sollen hier mit seinen eigenen Worten mitgetheilt werden:

»In reflectirtem Lichte ist das Mineral lachsfarbig, blassgelblichroth; kleine Krystalle sind öfters fast farblos. Die Krystalle sind gewöhnlich nicht gut durchsichtig, doch werden auch ganz durchsichtige Individuen oder Theile solcher angetroffen. Schliffe sind immer, selbst wenn sie noch dick sind, farblos und vollkommen durchsichtig. Der Glanz ist ein lebhafter Glasglanz, sowohl an Krystallflächen als an Bruchflächen.«

»Dünnschliffe parallel der basischen Fläche wurden fünf angefertigt; sie zeigen sich alle nicht einheitlich, sondern aus Zwillingslamellen, in drei Richtungen, die einander unter 120° kreuzen, aufgebaut; die Lamellenrichtungen sind den Tracen des herrschenden Prismas *m* parallel. Diese Lamellen sind oft sehr dicht angehäuft, besonders in der Mitte der Dünnschliffe; hier und da sind jedoch grössere, homogene Felder vorhanden, besonders an den Ecken. Sämmtliche Lamellensysteme zeigen sich nicht, wie man aus der geometrischen Ausbildung des Trimerit erwarten sollte, isotrop, sondern kräftig doppeltbrechend, zwischen gekreuzten Nicols mit lebhaften Interferenzfarben in etwas dickeren Schliffen, in einem ganz dünnen Schliffe mit grauen Interferenzfarben erster Ordnung.«

»Die Auslöschungsrichtungen der einzelnen Lamellensysteme bilden mit den Tracen des Prismas *m* Winkel von 20°; diese Auslöschungsrichtungen repräsentiren, wie die Untersuchung der Dünnschliffe in convergentem Lichte lehrt, die Tracen der Axenebene, welche beinahe senkrecht zur basischen Fläche orientirt ist. Zwei Dünnschliffe parallel zu einer Fläche von *n* ({11$\bar{2}$0} der hexagonalen Stellung) zeigen aber, dass die Axenebene nicht genau senkrecht zur Basis orientirt sein kann. Die Lamellensysteme der basischen Schliffe zeigen sich hier als Streifensysteme, welche zur Verticalaxe parallel orientirt sind; ihre Auslöschungswinkel sind resp. ca. 2½° und 1° links, ca. 4° rechts; die grösste Auslöschungsdifferenz ist also ca. 6½°.«

»In convergentem Lichte untersucht zeigen die Lamellen der basischen Dünnschliffe das Austreten einer Bisectrix und eines Interferenzbildes, deren zwei Axen zur Bisectrix scheinbar symmetrisch liegen mit einem sehr grossen Axenwinkel; diese beinahe aber nicht genau mit der Verticalaxe zusammenfallende Bisectrix ist die Axe der grössten Elasticität; die nähere Untersuchung zeigte, dass sie die spitze (also negative) Bisectrix ist. In den Schliffen nach *n* zeigte die Untersuchung in convergentem Lichte in zwei der Lamellensysteme schief seitlich gelegene Axenbilder um die stumpfe Bisectrix.«

»Die nähere Bestimmung der optischen Constanten bot theils wegen der innigen Lamellenbildung, theils wegen der ganz geringen Quantität des Materials nicht gewöhnliche Schwierigkeiten dar. Für die ganze Untersuchung konnte nur ein einziger ungefähr 4 mm breiter, ungefähr 3½ mm dicker Krystall aufgeopfert werden. Dieser wurde zuerst parallel zur Basis durchgesägt und aus der abgeschnittenen Lamelle eine Platte für die Messung des spitzen Axenwinkels angefertigt; die restirende dickere Basistafel wurde an der Schnittfläche polirt und dadurch bei der Untersuchung im parallelen polarisirten Lichte eine lamellenfreie, ungefähr 1½ mm breite Partie, welche für die Herstellung der Prismen verwendet werden konnte, entdeckt. Diese Partie wurde nun mit einem möglichst dünnen Sägeblatt ungefähr senkrecht zur Basis und senkrecht zur Axenebene durchgeschnit-

ten und daraus zwei Prismen zur Bestimmung der Brechungsexponenten geschliffen; schliesslich wurde das eine dieser Prismen zur Verfertigung einer Platte für die Bestimmung des stumpfen Axenwinkels aufgeopfert.«

»Es wurde erhalten:

		Li		*Na*		*Tl*	
$\alpha =$		1,7119		1,7148		1,7196	aus Prisma I.
$\beta =$	1,7163 / 1,7183	1,7173	1,7189 / 1,7216	1,7202	1,7234 / 1,7265	1,7254	
$\gamma =$		1,7220		1,7253		1,7290	aus Prisma II.

$$\gamma - \alpha = 0{,}0105,$$
$$\gamma - \beta = 0{,}0051$$
$$2H_a = 101^\circ 12'$$
$$2H_o = 120 \quad 1$$
$$2V = 83 \quad 29$$

»Die Bestimmungen können aus den oben erwähnten Ursachen nicht sehr genau sein; die beiden Bestimmungen von β zeigen jedoch, dass die Ungenauigkeit nicht allzugross sein kann. Wenn für die Axenwinkel $2H_a$, $2H_o$, resp. $2V$ nur die Zahlen für *Na* angegeben sind, rührt dies davon her, dass die Dispersion der optischen Axen so äussert gering ist, dass für *Li*- und *Tl*-Licht fast genau dieselben Zahlen wie für *Na* erhalten wurden, so dass die Messungen für die einzelnen Farben innerhalb der Fehlergrenzen gleich waren. In weissem Lichte zeigten deshalb die Axenbilder auch keine Spur von gefärbten Säumen der Hyperbeln.«

»Auf Grund dieser optischen Verhältnisse ist also der Trimerit nicht hexagonal, sondern unzweifelhaft asymmetrisch. Die nur scheinbar hexagonalen Krystalle sind aus drei asymmetrischen Individuen zusammengesetzt, mit Prismenwinkeln von genau = 120° (60°) und deren Axenneigungen α, β und γ der drei krystallographischen Axen genau = 90° sind. Fig. 6 zeigt die schematische Ordnung der einzelnen Individuen, Fig. 8 giebt eine treue Darstellung der Weise, auf welche die einzelnen Individuen in einem der basischen Dünnschliffe an einander grenzen und fingerförmig in einander greifen, ohne doch jemals einander zu durchkreuzen.«

»Kein einziger der fünf Dünnschliffe nach der Basis zeigt mehr als drei Individuen, welche also, in so weit aus den Messungen geschlossen werden kann, eine gemeinsame, oder doch innerhalb der Fehlergrenzen der Messungen parallele, Basisebene besitzen müssen. Diese Zwillinge können nicht wie gewöhnliche hemitrope Zwillinge nach einer Prismenfläche betrachtet werden; um als solche aufgefasst zu werden, müssten sie ausserdem noch drei andere Lamellensysteme (je eines zu einem der drei beobachteten Systeme symmetrisch in Bezug auf eine Prismenfläche gelegen) zeigen.

Von solchen ist aber auch keine Spur beobachtet worden. Es lassen sich dieselben auch auf keine andere Weise, also überhaupt gar nicht als hemitrope Zwillinge erklären; die einzelnen Zwillingsindividuen liegen nämlich nicht symmetrisch zu einander oder zu irgend welcher gemeinsamen Zwillingsebene, sondern die drei Einzelindividuen zeigen unter sich eine wirtelförmige Ordnung, sie sind in Bezug aufeinander 120° um die gemeinsame Verticalaxe (Basisnormale) gedreht.«

»Die Beobachtungen sämmtlicher Dünnschliffe beweisen demnach, dass die Krystalle des Trimerit ein ausgezeichnetes Beispiel der von mir*) aufgestellten Klasse der pseudohemitropen Zwillinge darstellen; sie sind analog mit den nach dem »fünften Gesetz« verwachsenen Hydrargillitzwillingen zu erklären, und der Trimerit bildet neben dem Hydrargillit eben das erste sichere Beispiel dieser Klasse von Zwillingsverwachsungen, ein Umstand, welcher demselben in krystallographischer Beziehung ein ungewöhnliches Interesse verleiht**).«

»Der Zwillingsbau der Trimeritkrystalle, welcher sich aus der optischen Untersuchung erkennen lässt, ist gewiss nicht durch secundäre Molekularumlagerung zu erklären; bei sorgfältiger Besichtigung erkennt man auch auf den Flächen die aus- und einspringenden Winkel der einzelnen Zwillingsindividuen, namentlich bei den Pyramidenflächen sehr deutlich. Auch weichen die optischen Verhältnisse des Trimerit so viel wie nur möglich von denjenigen einer einaxigen Substanz ab, indem der Unterschied der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der beiden ungefähr in der Basis schwingenden Strahlen sehr bedeutend ist ($\gamma - \beta = 0{,}005$) und der Axenwinkel um die der Verticalaxe ungefähr parallelen Bisectrix nicht weit von 90° ist. Endlich ändern sich die optischen Verhältnisse des Trimerit beim Erhitzen nicht bemerkbar; auch beim Glühen eines Dünnschliffes nach der Basis konnte keine Aenderung weder der Doppelbrechung, noch der Grösse des Axenwinkels, noch der Vertheilung der Lamellen etc. beobachtet werden.«

»Da es mir von Interesse schien, zum Vergleiche mit dem Trimerit auch bei den verwandten Mineralien Phenakit und Willemit zu untersuchen, ob sie sich vielleicht, wie der Trimerit, im Widerspruche mit ihrer äusseren Krystallbegrenzung optisch zweiaxig verhalten, liess ich auch von diesen Mineralien Dünnschliffe parallel zur Basis verfertigen.«

»Ein Dünnschliff von Phenakit (von White Mountain, Colorado) zeigte sich fast durch und durch absolut isotrop, optisch einaxig; auch mit einem sensibeln Gypsblättchen geprüft zeigte der grösste Theil des Dünnschliffes keine Doppelbrechung; doch fanden sich am Rande des von Tracen des Pris-

*) Diese Zeitschr. 16, 24.

**) Vergl. auch den vorhergehenden Aufsatz des Herrn Baumhauer, S. 355.
Die Red.

mas $\{11\bar{2}0\}$ umgrenzten Präparates schwache Andeutungen einer Feldertheilung, conform mit der Umgrenzung; die Aenderung der Farbe des Gypsblättchen (Roth erster Ordnung) war aber äusserst gering; ein zweiter Schliff zeigte sich etwas stärker doppeltbrechend, eine bemerkbare Aenderung der Doppelbrechung trat beim Erhitzen bis zum Glühen nicht ein.«

»Deutlichere Feldertheilung zeigte ein Dünnschliff eines hübsch durchsichtigen Kryställchens von Willemit (von Altenberg). Auch hier zeigte sich jedoch zwischen gekreuzten Nicols nur mit Schwierigkeit eine Doppelbrechung; mittelst des Gypsblättchens konnte die Feldertheilung, welche in Fig. 9 dargestellt ist, erkannt werden; die Figur ist nicht schematisch, sondern giebt eine Darstellung der beobachteten Platte, so wie sie ist. Das grosse Mittelfeld zeigte sich isotrop, d. h. einaxig; die Randfelder aber waren schwach doppeltbrechend, in convergentem Lichte zweiaxig mit kleinem Axenwinkel. Die Bisectrix schien in allen Feldern einigermassen senkrecht zur Schnittfläche auszutreten, die Lage der Axenebene in den verschiedenen Feldern ist aus der Figur zu sehen. Die Felder Ia, IIa und IIIa der äussersten Randzone sind noch schwächer doppeltbrechend und zeigen kleinere Axenwinkel, als die Felder I, II und III der inneren Randzone. Die Felder Ia, IIa und IIIa scheinen parallel zur Umgrenzung (nach $\{11\bar{2}0\}$), die Felder I, II und III dagegen schief unter ca. 25° auszulöschen; die Felder I und Ia, II und IIa, resp. III und IIIa, welche beim ersten Anblicke gleich orientirt scheinen, dürften demnach dieses dennoch nicht sein. Die Felder der inneren Randzone verhalten sich, wie man sieht, wie asymmetrische Individuen, mit einer wirtelförmigen Anordnung, welche an diejenige der Zwillingsindividuen des Trimerit erinnert.«

»Die schwache, bisweilen kaum erkennbare Doppelbrechung, das Auftreten isotroper einaxiger Partien in den basischen Schliffen, die Abhängigkeit der Feldertheilung von der Umgrenzung der Präparate scheint sowohl beim Phenakit als beim Willemit am besten mit der Auffassung im Einklange zu stehen, dass die beobachtete Doppelbrechung bei diesen beiden Mineralien secundären Ursprunges ist und vielleicht mit der Einwirkung der Zonarstructur in Verbindung steht. Es muss aber ausdrücklich bemerkt werden, dass diese Annahme deshalb keineswegs die Möglichkeit ausschliesst, dass die Krystalle des Phenakit und des Willemit dennoch im Mallard'schen Sinne pseudo-symmetrisch aufgebaut sein können.«

»Ganz anders verhält sich der Trimerit; seine basischen Dünnschliffe zeigen keine isotropen Partien, eine ansehnlich starke Doppelbrechung, sehr constante Verhältnisse durch die ganze Ausdehnung der Schliffe, keine Abhängigkeit der ungleich orientirten Zwillingslamellen von der äusseren Umgrenzung etc. Durch die Grösse seiner Doppelbrechung, durch den grossen Axenwinkel, die auffallend geringe Dispersion und durch die Lage der Axenebene ungefähr senkrecht zur Basis (bei der Olivingruppe parallel der

Basis der gewöhnlichen Aufstellung, also parallel dem Makropinakoid, wenn man zum Vergleiche mit dem Trimerit den Olivin 90° um die b-Axe dreht) erinnert der Trimerit viel eher an die Mineralien der Olivingruppe, als an den Phenakit oder den Willemit. Der Zwillingsbau des Trimerit scheint demnach, ebensogut wie bei dem analog zusammengesetzten Chrysoberyll, vollkommen primär zu sein.« . . . .

Nach den oben angeführten Untersuchungen von Prof. W. C. Brögger über die optischen Verhältnisse des Trimerit muss derselbe also als ein asymmetrisches Mineral angesehen werden, obwohl die Krystalle sich nach den Messungen als dem hexagonalen Systeme angehörig verhalten. Die asymmetrischen Einzelindividuen verhalten sich geometrisch also wie rhombische Krystalle; Fig. 7 stellt ein solches Einzelindividuum dar. Wird m als Grundprisma und p als Grundpyramide betrachtet, so lautet das asymmetrische Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0{,}57735 : 1 : 0{,}54248; \quad \alpha = \beta = \gamma = 90^0.$$

Die verschiedenen Formen werden dann:

$$\begin{array}{llll} c = \{001\}0P & & p' = \{1\bar{1}1\}'P \\ n = \{100\}\infty\bar{P}\infty & & \underline{p} = \{11\bar{1}\}P, \\ m = \{110\}\infty P' & & \underline{p}' = \{1\bar{1}\bar{1}\},P \\ m' = \{1\bar{1}0\}\infty' P & & o = \{312\}\tfrac{3}{2}\bar{P}'3 \\ p = \{111\}P' & & \underline{o} = \{31\bar{2}\}\tfrac{3}{2}\bar{P},3 . \end{array}$$

Ueber die näheren Beziehungen der oben beschriebenen beiden neuen Mineralien zu anderen verwandten Mineralien hat Prof. W. C. Brögger, welchem ich die Resultate meiner am mineralogischen Institute der Hochschule zu Stockholm ausgeführten Untersuchung vorgelegt hatte, die zunächst folgende übersichtliche Zusammenstellung ausgearbeitet.

XVIII. Ueber die morphotropischen Beziehungen des Pinakiolith und des Trimerit zu verwandten Mineralien.

Von

W. C. Brögger in Stockholm.

Die beiden neuen, von Herrn G. Flink entdeckten und im vorigen Aufsatze beschriebenen Mineralien Pinakiolith und Trimerit sehen beim ersten Anblicke sehr verschieden aus und scheinen wohl bei der ersten Betrachtung der Resultate der Untersuchung kaum nähere Beziehungen zu einander zu erweisen: der eine ein dunkles, metallglänzendes, in rhombischen Tafeln krystallisirendes Manganoborat, der andere ein schön durchsichtiges, hellroth gefärbtes, in pseudohexagonalen, asymmetrischen Krystallen ausgebildetes Silicat. Die nähere Betrachtung lehrt jedoch, dass sie dennoch nicht unwesentliche Verwandtschaftsbeziehungen darbieten und in weiterem Sinne beide einer gemeinsamen grossen morphotropischen Reihe angehörig sind, deren einzelne Glieder wir auf den folgenden Seiten etwas näher mit einander vergleichen wollen.

(Siehe die Tabelle auf S. 378.)

Für diese ganze morphotropische Reihe ist eine gewisse typologische Persistenz in mehreren Beziehungen unverkennbar; wie gewöhnlich ist dieselbe nicht mit durchgehender Erhaltung eines bestimmten Krystallsystemes verbunden, sondern die Persistenz der typologischen Eigenthümlichkeiten ist grösser als diejenige des Krystallsystemes.

Gemeinsam für die ganze Reihe ist erstens bei allen Gliedern eine Zone mit Winkeln von annäherungsweise oder genau 60°; diese Zone ist in der beigefügten Tabelle für alle Glieder als Verticalzone genommen. Wenn dies consequent durchgeführt wird, erhält man (indem bei den hexagonalen Gliedern orthohexagonale Axenverhältnisse zum Vergleiche statt der gewöhnlichen hexa-

Uebersicht

der morphotropischen Reihe der Silicate $\overset{(IV}{R_2}\overset{IV)}{Si}O_4$ und der analogen Aluminate, Ferrate, Manganate, Borate $\overset{(II}{R}\overset{VI)}{X_2}O_4$.

Aluminate etc. $\overset{II}{R} = Be, H_2, \overset{II}{(Mg_2O)}$; $\overset{III}{X} = Al, B, Fe, Mn$.

Silicate; $R_2 = Ca_2, Fe_2, Mg_2, Fe_2, Mn_2, Zn_2, Be_2$ etc.; $(H_2.Cu)$.

Rhombische Glieder (Aluminate etc.)	Rhombische Glieder (Silicate)	Asymmetrisches (pseudohexagonales) Uebergangsglied	Hexagonale (rhomboëdr.-tetartoëdrische und rhomboëdr.-hemiedrische) Glieder. Axenverhältniss orthohexagonal.
Chrysoberyll-Diaspor-Gruppe			
Chrysoberyll $BeAl_2O_4$ $a:b:c$ = 0,5800:1:0,4700			
Diaspor $H_2Al_2O_4$ 0,6038:1:0,4686			
Göthit $H_2Fe_2O_4$ 0,6008:1:0,4582			
Manganit $H_2Mn_2O_4$ 0,5447:1:0,4220			
Pinakiolith-gruppe			
Ludwigit $(Mg_2O).[Fe.B]O_4$? :1:0,494 (?)			
Pinakiolith $(Mg_2O).[Mn.B]O_4$ 0,5881:1:0,4169			
	Olivingruppe		
	Monticellit Ca_2SiO_4 $a:b:c$ = 0,5757:1:0,4337		
	Fayalit Fe_2SiO_4 0,5793:1:0,4584		
	Forsterit Mg_2SiO_4 0,5857:1:0,4648		
	Tephroit Mn_2SiO_4 0,5914:1:0,4621		
	etc. etc.		
		Trimerit $[Mn.Be]SiO_4$ $a:b:c$ = 0,57735:1:0,5425; $\alpha = \beta = \gamma = 90^0$	
			kitgruppe
			Phenakit Be_2SiO_4 $a':b':c'$ = 0,57735:1:0,4406
			Willemit Zn_2SiO_4 0,57735:1:0,[illegible]

gonalen angeführt sind) für die beiden bei allen Gliedern typologisch gleichwerthigen Axen $a:b$ Verhältnisse, welche nur relativ geringe Variationen erweisen. Die Differenzen liegen zwischen 0,5757 (Monticellit) und 0,5914 (Tephroit) für die gemeinsame a-Axe, bei $b = 1$; nur für den Manganit macht sich eine grössere Abweichung geltend, indem die a-Axe hier bei der gewählten Stellung 0,5447 ist. Dass diese grössere Abweichung mit grösster Bestimmtheit auf die, wie so häufig, auffallend kräftige morphotropische Wirkung des Mn zurückzuführen ist, geht aus mehreren Umständen evident hervor. Streng genommen ist es aller Wahrscheinlichkeit nach nicht die a-Axe, welche eine grössere morphotropische Aenderung beim Manganit im Vergleiche mit den nahe verwandten Gliedern erlitten hat, sondern die b-Axe. Es ist nämlich das Verhältniss der a-Axe zur c-Axe bei der gewählten Stellung

beim Diaspor, $H_2 Al_2 O_4 = 1,285$,
- Manganit, $H_2 Mn_2 O_4 = 1,288$,
- Göthit, $H_2 Fe_2 O_4 = 1,311$,

also bei allen diesen drei offenbar sowohl chemisch als krystallographisch homöomorphen Gliedern beinahe gleich; da bei den drei Gliedern die Aenderung der chemischen Zusammensetzung nur im Austausche des Al_2 durch Mn_2 oder Fe_2 besteht, muss die grössere Aenderung der b-Axe im Verhältniss zu den a- und c-Axen beim Manganit einen Ausdruck für die morphotropische Kraft des Mn innerhalb der Diasporgruppe darstellen, was um so mehr bestätigt wird, weil bei dem mit dem Diaspor analogen Aluminat, dem Chrysoberyll: $Be Al_2 O_4$, das Verhältniss der a- und c-Axen schon (durch morphotropische Wirkung des das H_2 ersetzenden Be) bedeutender verschieden ist, nämlich $= 1,232$.

In Verbindung mit dem Auftreten einer herrschenden Zone mit Winkeln von genau oder annähernd 60° findet man in dieser ganzen morphotropischen Reihe auch bei fast allen Gruppen der Reihe auch die Ausbildung eines hexagonalen oder doch pseudohexagonalen Typus vertreten.

Bei den Gliedern der Phenakit-Dioptas-Gruppe ist ja das hexagonale Krystallsystem herrschend. Bei den übrigen Gruppen ist ein pseudohexagonaler Typus nicht ganz selten, oft durch Zwillingsbildung in sehr vollkommener Weise ausgebildet.

Nach den gewöhnlichen Aufstellungen der Mineralien der Diaspor-Chrysoberyll-Gruppe, sowie der Pinakiolithgruppe und der Olivingruppe ist die herrschende Zwillingsebene (die Zwillinge als hemitrope Zwillinge aufgefasst) ein Brachydoma mit einem Winkel von annäherungsweise 60°. Beim Manganit ist diese Zwillingsfläche mit dem Buchstaben e, beim Chrysoberyll mit i bezeichnet; beim Diaspor und Göthit sind derartige Zwillinge,

wie die des Chrysoberylls zwar nicht beobachtet, die der Zwillingsebene entsprechende Krystallfläche kommt aber gewöhnlich vor (vergl. die häufige Zwillingsbildung nach {101} beim Zinnstein und Rutil, welche beim Zirkon nur ganz selten auftritt). Beim Pinakiolith finden wir eine entsprechende Fläche ((011) nach G. Flink's Aufstellung) ganz gewöhnlich als Zwillingsfläche. Beim Monticellit wies G. vom Rath, beim Olivin Scacchi und später Kalkowsky (diese Zeitschr. **10**, 17) nach, dass eine entsprechende Fläche *h* als Zwillingsfläche auftritt.

Zwillingsverwachsungen (gewöhnlich Drillinge) nach diesem durchgehenden Gesetze mit pseudohexagonalem Typus sind innerhalb der Chrysoberyll-Diaspor-Gruppe, wie bekannt, beim Chrysoberyll (Alexandrit) in ausgezeichneter Weise vertreten; in der Olivingruppe zeigen die gesteinsbildenden Olivine nach Kalkowsky bisweilen ähnliche pseudohexagonale Drillingsverwachsungen. Am meisten ausgezeichnet ist jedoch dieser pseudohexagonale Typus durch Drillingsverwachsungen beim Trimerit repräsentirt; derselbe zeigt in der wundervollsten Weise in geometrischer Beziehung keine goniometrisch bestimmbare Abweichung von einer hexagonalen Symmetrie und bildet deshalb in der Silicatreihe die vollständigste Analogie zu dem Chrysoberyll in der Reihe der Aluminate *).

Die *c*-Axe der beim obenstehenden Vergleiche gewählten Aufstellung ist bei weitem verschiedener bei den einzelnen Gliedern, als die *a*-Axe; auffallend gross ist der Unterschied bei den in der Verticalzone durch Winkel von genau 60° (120°) ausgezeichneten Gliedern: Trimerit, Phenakit, Willemit (und Troostit) und Dioptas. Beim Vergleiche des Trimerit mit dem Phenakit sind die wirklich auftretenden Formen des ersteren mit vorhandenen Formen des letzteren verglichen; hexagonal aufgefasst entsprechen einander:

		Phenakit:	Trimerit:
$\{11\bar{2}0\}$	=	*a*	*n*
$\{22\bar{4}3\}$	=	*o*	*p*
$\{11\bar{2}3\}$	=	*p*	*s*
$(22\bar{4}3):(11\bar{2}0)$	=	48°36½′	42°40′
$(11\bar{2}3):(11\bar{2}0)$	=	66 13	61 31

Die dem Grundrhomboëder des Phenakit entsprechende Form fehlt nach dieser Stellung dem Trimerit, was ja übrigens auch mit dem Willemit

*) Der Zwillingsbau des Trimerit scheint demjenigen des Chrysoberyll ganz analog; man könnte deshalb vielleicht auch beim Chrysoberyll, statt durch das gewöhnlich angenommene hemitrope Zwillingsgesetz, ebenso gut seine Zwillingsverwachsungen durch die Annahme eines demjenigen des Trimerit entsprechenden pseudohemitropen Zwillingsgesetzes (also durch Drehung der Zwillingsindividuen in Bezug auf das normal gestellte Individuum um 120° um die Verticalaxe) erklären; eine sichere Entscheidung dieser Frage ist hier bei dem holoëdrisch-rhombischen Chrysoberyll nicht möglich.

der Fall ist. Der Winkel des Grundrhomboëders R zur Basis würde nach dieser Stellung sein:

Trimerit	43° 13′
Willemit	37 43
Phenakit	37 22
Dioptas	31 22

Diese Abweichungen sind zwar bedeutend, doch nicht grösser, als in manchen anderen morphotropischen Reihen*). Es ist bemerkenswerth, dass die grösseren Abweichungen des Axenverhältnisses eben bei denjenigen Gliedern auftreten, bei welchen R_2 nicht aus einem einzigen Metalle, sondern aus zwei im Verhältniss ihrer Aequivalente auftretenden Metalle besteht, beim Trimerit ($Mn.Be$), beim Dioptas ($H_2.Cu$); analog finden wir z. B. bei

Fe_2O_3 (Eisenglanz) $a : c = 1 : 1,359$
Ti_2O_3 (künstlich dargestellt) $= 1 : 1,316$
$Fe.TiO_3$ oder $(Fe, Ti)_2O_3$ (Titaneisenerz) $= 1 : 1,385$,

dass die Verticalaxe des zusammengesetzten Titaneisens bei weitem grösser als bei den einfachen Verbindungen ist: in anderen Fällen, z. B. in der Zirkongruppe, bei den rhomboëdrischen Carbonaten etc. finden wir ein derartiges Verhältniss nicht.

Die in der Tabelle angegebenen c-Axen des Ludwigit und des Pinakiolith (bei der gewöhnlichen Stellung des Ludwigit, wie auch bei der von G. Flink gewählten Stellung des Pinakiolith die a-Axen) sind durch Halbirung der gefundenen Axen erhalten, ein Verfahren, welches ich im Allgemeinen für ganz unberechtigt halte; doch ist zu bemerken, dass eine der auftretenden Flächen (310) Flink's des Pinakiolith (aus welcher die c-Axe meiner Stellung berechnet ist) eben auch beim Manganit beobachtet ist. Das Axenverhältniss des Ludwigit ist wohl nur als ganz ungenau anzusehen; seine faserige Beschaffenheit, welche an die häufige faserige Ausbildung des Göthit erinnert, erlaubte wohl keine genauen Messungen. Es ist bemerkenswerth, dass die geringe Länge der c-Axe des Pinakiolith entsprechend auch beim Manganit wiederkehrt.

In physikalischer Beziehung finden wir innerhalb der näher verwandten Gruppen der Reihe in mehreren Fällen wichtige Analogien. So finden wir die brachypinakoidale Spaltbarkeit, welche allen Gliedern der Chrysoberyll-Diaspor-Gruppe charakteristisch ist, auch beim Pinakiolith wieder; auch in der Olivingruppe ist die brachypinakoidale Spaltbarkeit die herrschende. Beim Trimerit findet eine nicht unvollkommene Spaltbarkeit nach der Basis

*) Ich weise z. B. auf die Bemerkungen über die Verwandtschaftsbeziehungen des Hydrargillit und der Borsäure (diese Zeitschr. 16 (II), 48) und des Zoisit und des Epidot (ebenda II, 92) hin. Vergl. auch: Ainigmatit und Hornblende mit (110) : (1$\bar{1}$0) = 66° 6′ resp. 55° 43′ etc.

statt; wir finden dasselbe auch beim Willemit, während auffallenderweise beim Troostit die beste Spaltbarkeit nach {11$\bar{2}$0}$\infty P2$ stattfindet; der Troostit zeigt übrigens auch Spaltbarkeit nach der Basis und nach dem Rhomboëder; auch der Phenakit zeigt unvollkommene Spaltbarkeit nach sowohl $\infty P2$, als nach {10$\bar{1}$1}R, während beim Dioptas die Spaltbarkeit nach R vollkommen ist.

Die nahen Beziehungen des Aluminates $BeAl_2O_4$ (Chrysoberyll) zum Olivin wurden, wie bekannt, schon von G. Rose entdeckt; die Verhältnisse der Berylliumsilicate Trimerit und Phenakit beleuchten diese Verwandtschaft jetzt noch besser. Dass homöomorphe (oder partiell homöomorphe) morphotropische Beziehungen zwischen Aluminaten und Silicaten in manchen Mineralgruppen eine hervortretende Rolle spielen, ist jetzt allgemein bekannt; ich erinnere nur an die Feldspathgruppe, die Pyroxengruppe (hier auch die Beziehungen des Spodumen zum Petalit), die Hornblendegruppe etc.; es scheint mir aber dann gerechtfertigt, auch in der Systematik diese Erfahrung allgemeiner zu berücksichtigen und die mit Silicaten verwandten Aluminate etc. nicht in der systematischen Aufstellung von jenen zu weit zu trennen.

Dass wieder mit dem Chrysoberyll der Diaspor, der Göthit und der Manganit homöomorph sind, ist auch früher von manchen Autoren ziemlich allgemein angenommen worden.

Dass endlich Aluminate und Borate homöomorphe morphotropische Beziehungen zeigen, ist ferner auch aus anderen Mineralgruppen bekannt; somit scheint auch die Auffassung der kleinen interessanten Gruppe des Pinakiolith und des Ludwigit als Glieder der grossen morphotropischen Reihe der Aluminate etc. $\overset{(II\ VI)}{RX_2O_4}$ und der Silicate $\overset{(IV\ IV)}{R_2SiO_4}$ gegeben; es ist nämlich auch in anderen Mineralgruppen auf analoge Weise ein $\overset{II}{R}$ durch eine zweiwerthige Gruppe von dem Bau der Gruppe (Mg_2O) des Pinakiolith und des Ludwigit ersetzt; ich erinnere nur an die Mineralien der Granatgruppe, wo beim Helvin eine zweiwerthige Gruppe (Mn_2S) ein zweiwerthiges R der übrigen Granate ersetzt.

Was die Glieder der Silicatgruppe R_2SiO_4 betrifft, so müssen dieselben zwar eigentlich als mehreren pleomorphen Reihen angehörig betrachtet werden, wie es für die Olivingruppe und die Phenakitgruppe bis jetzt allgemein geschehen ist. Eine gewisse Analogie mit dem Verhalten des Kalkspath und des Aragonit ist unverkennbar vorhanden, obwohl mit dem Unterschiede, dass bei den genannten Carbonaten die Substanz $Ca_2C_2O_6$ sowohl rhombisch als hexagonal-rhomboëdrisch für sich bekannt ist, während in der Silicatreihe R_2SiO_4 keine einzige Verbindung für sich sowohl rhombisch als rhomboëdrisch auskrystallisirt ist. Im Gegentheil findet man, dass die rhombische Ausbildung der Silicate R_2SiO_4 nur denjenigen

Gliedern zukommt, bei welchen R_2 ganz vorherrschend von Ca_2, Fe_2, Mg_2 oder Mn_2 oder von Mischungen dieser Metalle gebildet wird; von anderen Metallen finden sich bei den rhombischen Gliedern nur geringe Beimischungen, so beim Röpperit (Stirlingit) ca. 8 % Zn_2. Andererseits ist R_2 bei den dem hexagonalen Systeme angehörigen Gliedern ganz vorherrschend nur durch Be_2 oder Zn_2 oder $(H_2.Cu)$ vertreten; von anderen Metallen finden sich nur relativ wenig bedeutende Beimischungen, so im Troostit bisweilen höchstens 12 % Mn_2 (Mg_2, Fe_2 und Ca_2). Es zeigen deshalb die Silicate R_2SiO_4 insofern nicht das Verhalten der dimorphen Carbonate, sondern dasjenige der Glieder morphotropischer Reihen. Für das Verhältniss zwischen dem Kalkspath und dem Aragonit wurde nun aber wieder neuerdings auch von G. Wulff (diese Zeitschr. **17**, 600) die von Mallard aufgestellte von Groth u. A. vertretene Hypothese über pseudosymmetrische Substanzen angewandt. Vielleicht wäre es nun möglich, dass auch der Phenakit (sowohl als auch der Dioptas, der Willemit, der Troostit) aus durch »groupement par pénétration« (Mallard) verwachsenen rhombischen, also der Olivinreihe angehörigen Theilchen aufgebaut sei (vergl. L. Sohncke, Structurform Nr. 17, Taf. II in seiner »Theorie der Krystallstructur«); in diesem Falle würde der Phenakit als eine nur pseudo-dimorphe Modification des Olivintypus anzusehen sein, und die Auffassung der Silicate R_2SiO_4 als gewissermassen einer einzigen morphotropischen Reihe angehörig würde dann mit dieser Auffassung im Einklange stehen.

In der That scheint mir die Entdeckung des sicher nur pseudo-symmetrischen Trimerit diese Auffassung der Silicate R_2SiO_4 gewissermassen als Glieder einer einzigen morphotropischen Reihe in nicht unwesentlichem Grade zu stützen*). Nach seiner Entdeckung vertheilen sich die Silicate der Zusammensetzung R_2SiO_4 auf folgende Abtheilungen der bekannten Krystallsysteme:

1) Die Glieder mit R_2 vorherrschend $= Ca_2$, Fe_2, Mg_2 oder Mn_2 oder Mischungen derselben sind rhombisch (Olivingruppe);

2) die Glieder mit R_2 vorherrschend $= Zn_2$ sind, so viel es bis jetzt bekannt ist, rhomboëdrisch-hemiëdrisch (Willemit und Troostit)**);

3) die Glieder mit R_2 vorherrschend $= Be_2$ oder $= (H_2.Cu)$ sind rhomboëdrisch-tetartoëdrisch;

---

*) So ist auch die Anordnung bei Mallard's »groupement par pénétration« bei pseudo-hexagonalen Substanzen vollständig entsprechend der Gruppirung der Einzelindividuen bei den pseudo-hemitropen Drillingen des Trimerit.

**) Es ist möglich, dass der Willemit und der Troostit rhomboëdrisch-tetartoëdrisch krystallisiren; bis jetzt liegt aber keine Beobachtung vor, welche darauf deutet. Aus der nahen Verwandtschaft mit dem Phenakit darf solcher Schluss nicht gezogen werden, denn es ist sonst bei morphotropischen Reihen eine ganz häufige Erfahrung, dass die typologische Persistenz mehr hervortretend ist, als die Erhaltung des Krystallsystemes oder der Abtheilung eines Krystallsystemes.

4) der Trimerit, bei welchem $R_2 = (Mn.Be)$, ist asymmetrisch, mit pseudohexagonaler Ausbildung; der geometrischen Ausbildung nach ist der Trimerit, wenn man seine optische Zweiaxigkeit als secundär betrachten wollte, nicht der rhomboëdrisch-tetartoëdrischen, sondern der pyramidal-hemiëdrischen Abtheilung des hexagonalen Systemes angehörig.

Es scheinen mir diese vorliegenden Thatsachen nach dem Obenstehenden vielleicht am besten erklärlich durch die Betrachtung sämmtlicher genannten Silicate der Zusammensetzung $R_4 Si O_4$ als Glieder einer morphotropischen Reihe, innerhalb welcher von $R_2 = Ca_2$, Fe_2, Mg_2 oder Mn_2 eine rhombische, von $R_2 = Zn_2$ eine rhomboëdrisch-hemiëdrische, von $R_2 = Be_2$ oder $(H_2 . Cu)$ eine rhomboëdrisch-tetartoëdrische (diese beiden letzteren Typen aber vielleicht als pseudosymmetrische Typen aufzufassen), von $R_2 = (Mn.Be)$ eine asymmetrische (pseudohexagonal-pyramidal-hemiëdrische) Ausbildung eines zum Theil recht persistenten geometrischen Grundtypus bedingt ist, dessen Grundzüge in geometrischer Beziehung sich in manchen Fällen trotz der verschiedenen Ausbildung deutlich verfolgen lassen.

F. Becke hat neuerdings*) die Tetartoëdrie des Dolomit durch den — im Vergleiche mit den hemiëdrischen Gliedern der Kalkspathreihe, dem Kalkspath und dem Magnesit — weniger symmetrischen Bau des chemischen Moleküls $(Ca . Mg) . C_2 O_6$, welcher auch eine geringere geometrische Symmetrie bedingen sollte, zu erklären versucht; eine ähnliche Erklärung der Tetartoëdrie nimmt er auch für das Titaneisenerz an. Die Erfahrung, dass Molekularverbindungen zweier Substanzen in bestimmtem Verhältnisse oft eine geringere Symmetrie besitzen, als die in denselben eingehenden Einzelverbindungen oder isomorphe Mischungen derselben, ist auch schon früher aus verschiedenen Beispielen bekannt; namentlich hat Groth**) auf die merkwürdigen Verhältnisse des Barytocalcit, in der Reihe der Carbonate, und des Doppelsalzes $(Na . Ag) N_2 O_6$, in der Reihe der Nitrate, aufmerksam gemacht; es könnte hier auch erinnert werden an die Stellung des monosymmetrischen Glauberit $(Na_2 . Ca) [S . O_4]_2$ zu den rhombischen Einzelgliedern: dem Thenardit $Na_2 S O_4$ und dem Anhydrit $Ca S O_4$, in der grossen morphotropischen Reihe der Sulfate. Auch innerhalb der Reihe der Silicate $R_2 Si O_4$ könnte man versucht sein, ähnliche Erklärungsweisen der weniger symmetrischen Glieder zu prüfen; die Tetartoëdrie des Dioptas dadurch zu erklären, dass er eine Molekularverbindung ist, scheint jedoch, wie schon Becke erwähnt, deshalb zweifelhaft, weil die Einzelglieder zum Vergleiche fehlen; auch ist der Phenakit, welcher ebenfalls tetartoëdrisch

---

*) Tschermak's min. u. petrogr. Mitth. **11**, 235—259.

**) Tabell. Uebers., 2. Ausg., S. 46.

ist, dennoch keine Doppelverbindung. Es dürfte deshalb die Tetartoëdrie des Dioptas und des Phenakit vielleicht eher auf einen pseudosymmetrischen Aufbau ihrer Krystalle zu beziehen sein. Wahrscheinlicher wäre vielleicht die Erklärung der geringeren Symmetrie des Trimerit durch eine analoge Betrachtung, wie diejenige, welche Becke für den Dolomit geltend machte.

Der Trimerit steht ja in chemischer Beziehung gerade in der Mitte zwischen dem Tephroit Mn_2SiO_4 und dem Phenakit Be_2SiO_4, indem er bezeichnender Weise in bestimmter Molekularproportion aus $(Mn.Be)SiO_4$ besteht; auch in physikalischer Beziehung steht er zum Theil gewissermassen in der Mitte zwischen beiden. Das spec. Gew. = 3,474 liegt genau in der Mitte zwischen demjenigen des Tephroit ca. 3,95 und dem des Phenakit ca. 3,0, Mittel also = 3,475 *); in optischer Beziehung ist er zweiaxig, wie der Tephroit, in geometrischer Beziehung zeigt er sich innerhalb der Fehlergrenzen der Messungen hexagonal wie der Phenakit, doch nicht wie dieser rhomboëdrisch-tetartoëdrisch, sondern pyramidal-hemiëdrisch. Im Ganzen besitzt er eine geringere Symmetrie, als die beiden Einzelverbindungen, indem er dem asymmetrischen Systeme angehört; insofern bietet er also eine unverkennbare Analogie mit dem Barytocalcit im Verhältniss zu den rhombischen Carbonaten, dem Dolomit zu den rhomboëdrischen Carbonaten etc. Wenn aber die auffallenden Widersprüche der geometrischen Form und der optischen Verhältnisse des Trimerit wirklich dadurch zu erklären wären, dass er als ein Zwischenglied zwischen dem Tephroit und dem nur durch Pseudosymmetrie rhomboëdrisch-tetartoëdrischen (eigentlich also aus rhombischen Theilchen aufgebauten?) Phenakit aufzufassen ist, dann würde die Erklärung der Asymmetrie des Trimerit der Erklärung der geringeren Symmetrie des Barytocalcit, des Dolomit etc. ganz analog sein. Es steht diese Erklärung der Asymmetrie des Trimerit dann auch ganz im Einklange mit der Auffassung der Olivingruppe und der Phenakitgruppe als zwei einer gemeinsamen morphotropischen Reihe angehöriger Mineralgruppen.

Die morphotropischen Beziehungen, welche die Mineralien der Humitgruppe, sowie auch noch mehrere andere Mineralgruppen zu der oben skizzirten morphotropischen Reihe zeigen, sind ziemlich entfernt und lassen sich zur Zeit nur ungenügend erkennen.

---

*) Ganz analog liegt das spec. Gew. des Barytocalcit 3,63 in der Mitte zwischen dem spec. Gew. des Witherit ca. 4,3 und dem des Aragonit 2,948 (Mittel = 3,62), das spec. Gew. des Dolomit 2,85 in der Mitte zwischen demjenigen des Kalkspath 2,72 und des Magnesit 3,02 (Mittel 2,87), das spec. Gew. des Glauberit = 2,80 zwischen demjenigen des Thenardit 2,68 und des Anhydrit 2,90 (Mittel = 2,79).

XIX. Manganopektolith, ein neues Pektolith-ähnliches Mineral von Magnet Cove, Arkansas.

Von

J. Francis Williams aus Salem, N. Y.

Während einer kürzlich beendeten Reise nach Magnet Cove, Arkansas, ward ich durch William J. Kimzey, einen dortigen Mineralienhändler, auf ein eigenthümliches Mineral, welches er neuerlich gefunden hatte, aufmerksam gemacht. Es kommt mit Thomsonit (Ozarkit) und anderen Zersetzungsproducten des dort befindlichen Eläolithsyenits vor.

Der beste Krystall, welchen ich bekommen konnte, besass einen dicktafelartigen Habitus und war ungefähr $20 \times 10 \times 6$ mm gross. Er wurde parallel zur grösseren Fläche durchgebrochen und erwies sich als inwendig durchsichtig und von hellgrauer Farbe, während er äusserlich mit einer Rinde von undurchsichtigem, braunem Materiale überzogen war.

Es lassen sich die Flächen $\{001\}0P$, $\{100\}\infty\bar{P}\infty$, $\{\bar{2}01\}+2\bar{P}\infty$, $\{010\}\infty\breve{P}\infty$ erkennen. Die folgenden Winkel wurden gemessen und berechnet:

	Manganopektolith. Gemessen:	Berechnet:	Wollastonit. Berechnet:
(001):(100) =	84° 42′	84° 42′	84° 30′
(001):(2̄01) =	44 26	44 25	44 6
(100):(2̄01) =	50 55	50 53	50 25

Axenverhältniss für Manganopektolith

$$a : b : c = 1,0731 : 1 : 0,4840\ ^*).$$

Axenverhältniss für Wollastonit

$$a : b : c = 1,0534 : 1 : 0,4840\ ^*).$$

---

*) Weil keine Fläche, welche die Orthoaxe in endlicher Entfernung durchschnitte, vorhanden war, ist man genöthigt, um das Axenverhältniss mit dem des Wollastonits vergleichen zu können, entweder der a- oder der c-Axe denselben Werth wie bei diesem Minerale zu geben.

Die Spaltbarkeit nach der Basis (001) ist höchst vollkommen, während diejenige parallel dem Orthopinakoid (100) kaum weniger ausgeprägt ist. Die Spaltflächen besitzen Perlmutter- resp. Seidenglanz. Härte = 5,0. Spec. Gew. = 2,845.

Eine chemische Analyse ergab als Durchschnitt von drei Bestimmungen die folgenden Zahlen:

	Mittel:	Grösste Differenz:
SiO_2	53,03	0,18
Fe_2O_3	0,10	—
Al_2O_3	—	—
CaO	30,28	0,40
MgO	—	—
MnO	4,25	0,10
Na_2O	8,99	0,08
H_2O	2,43	—
CO_2	0,82	—
Summe	99,90	

Das Mangan wurde nach zwei verschiedenen Methoden von den anderen Elementen getrennt. In einer Analyse wurde es durch wiederholte Fällung mit Natronlauge von dem Kalke geschieden. In den anderen Analysen wurde es aus essigsaurer Lösung durch Kochen mit Bromwasser gefällt. In allen Fällen wurden die erhaltenen Niederschläge in Salzsäure, mit einem Zusatze von etwas Oxalsäure, aufgelöst, durch saures phosphorsaures Natron wieder gefällt, auf einem Gooch'schen Tiegel gesammelt, geglüht und als Manganpyrophosphat gewogen. Nach beiden Methoden wurden sehr gut übereinstimmende Resultate erhalten.

Das Eisen wurde mit Kaliumpermanganatlösung titrirt. Der Kalk wurde als Oxyd gewogen und zeigte vor dem Spectroskope keine Spur von Strontium. Das Natron wurde als Sulfat bestimmt und wurde spectroskopisch auf Kalium und Lithium geprüft, zeigte aber keine Spur derartiger Beimengungen. Das Wasser und die Kohlensäure wurden direct gewogen und nur einmal bestimmt.

Im Dünnschliffe erkennt man leicht Kalkspathstückchen und demnach lässt sich alles Kohlendioxyd als dieser Substanz zugehörig ansehen. Eine entsprechende Menge $CaCO_3$ wäre von dem Analysenresultate abzuziehen. Sonst war das Material, welches zu dieser Analyse verwendet wurde, ganz rein, insofern weder Magnesia noch Thonerde in wägbaren Mengen vorhanden waren und das Eisenoxyd nur ein Zehntel Procent betrug.

Wenn man die auf angedeutetem Wege umgerechnete Analyse mit der Zusammensetzung des Pektoliths vergleicht, lässt es sich nicht verkennen, dass das in Rede stehende Mineral nur eine Abart des Pektoliths ist, in

welchem ein Theil des Kalkes durch Mangan vertreten wird. Es lässt sich leicht zeigen, dass, wenn man den zehnten Theil des Kalkes durch Mangan ersetzt, eine Zusammensetzung bedingt wird, welche eine grosse Aehnlichkeit mit den gefundenen Zahlen zeigt.

Um diese umgerechnete Analyse leicht mit den aus der Formel $(\frac{9}{10}Ca, \frac{1}{10}Mn)_2 Na H Si_3 O_9$ berechneten Zahlen und der theoretischen Pektolithzusammensetzung vergleichen zu können, habe ich dieselben nebeneinander gestellt.

	Umgerechnete Analyse:	Aus der Formel $(\frac{9}{10}Ca, \frac{1}{10}Mn)_2 Na H Si_3 O_9$ berechnet:	Theoretische Zusammensetzung des Pektoliths:
SiO_2	54,10	53,75	54,22
Fe_2O_3	0,10	—	—
CaO	29,82	30,08	33,74
MnO	4,34	4,23	—
Na_2O	9,16	9,25	9,33
H_2O	2,48	2,69	2,71
Summe	100,00	100,00	100,00
$CaCO_3$	1,87		
Sp. Gew.	2,845	2,74 bis 2,88	

Die optischen Eigenschaften des Minerals zeigen ebenso deutlich wie die chemische Zusammensetzung seine enge Verwandtschaft mit dem Pektolith. Ein Spaltblättchen parallel zur Basis zeigt eine orientirte Auslöschung. Im convergenten Lichte treten die optischen Axen in der Luft nicht aus; in Oel sind sie eben sichtbar, aber nicht messbar. Die Axenebene liegt senkrecht zur Basis und zur Symmetrieebene und das Axenbild ist symmetrisch, rechts wie links und centrirt. Eine horizontale Dispersion ist nicht wahrnehmbar. b ist die spitze Bisectrix. Einen hierzu normalen Schliff anzufertigen machte sehr viel Mühe, weil die zwei vollkommenen Spaltbarkeiten senkrecht zu demselben sind. Es gelang mir schliesslich, einen nahezu orientirten Schliff zu bekommen, welcher das Axenbild um die spitze Bisectrix zeigte, obwohl nicht ganz centrirt. Der Axenwinkel wurde für Natriumlicht auf ungefähr 15° geschätzt. Die Doppelbrechung ist sehr bedeutend und der Charakter derselben ist positiv. Die Dispersion der optischen Axen für verschiedene Farben ist ausserordentlich stark, beinahe so stark wie beim Titanit. $\varrho > v$. Wegen der starken Dispersion der Axen ist keine Dispersion der Bisectrix zu beobachten. Das Axenbild zeigt ein blaues Band in der Mitte und der erste Ring ist gelb und roth gefärbt.

Im Dünnschliffe parallel zur Basis sind, wie schon erwähnt, Stücke von eingelagertem Kalkspath zu bemerken. Diese sind meistens so geordnet, dass ihre Hauptaxe senkrecht zur Schlifffläche liegt. Sie geben gewöhnlich schöne, einaxige Bilder. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Bildung dieser

Kalkspathstückchen ungefähr gleichzeitig mit derjenigen des Manganopektoliths selbst stattgefunden hat, weil der Kalkspath zuweilen in idiomorphen Krystallen, wenn auch häufiger in unregelmässigen Stückchen vorkommt. Andere Einschlüsse fehlen vollständig. Die Manganopektolithkrystalle sind gewöhnlich mit braunen, undurchsichtigen Manganoxyden überzogen. Diese Verwitterungsproducte scheinen in den Krystall gar nicht einzudringen, selbst nicht in den Spaltrissen.

Ebenso wie der Pektolith muss dieses Mineral als ein Zeolith angesehen werden. Bei 115° C. ging 0,25 % Wasser fort; bei dunkler Rothglühhitze hat er schon 1,40 % verloren, doch erst bei sehr starker Erhitzung wurde er wasserfrei.

Es ist wahrscheinlich, dass der Manganopektolith durch die Verwitterung des Aegirin und der anderen Mangan-haltigen Mineralien des Eläolithsyenits entstanden ist. Seine Haupterkennungszeichen sind die ausgezeichnete Spaltbarkeit und der braune Ueberzug, welcher selten zu fehlen scheint. Die spectroskopischen Proben auf Calcium und Natrium und die Färbung der Sodaschmelze durch Mangan sind sehr charakteristisch. Vor dem Gebläse wird das Pulver rosaroth und erst nach sehr langem Erhitzen schmilzt es zu einem rosagefärbten Glase; dieses Glas löst sich unter Abscheidung pulveriger Kieselsäure in heisser Salzsäure langsam auf, wohingegen das nicht geschmolzene Pulver sich mit Hinterlassung eines Kieselskelettes ziemlich rasch auflöst.

Da das neue Mineral sich vom eigentlichen Pektolith hauptsächlich durch seinen Mangangehalt unterscheidet, so empfahl sich der Name Manganopektolith als besonders bezeichnend.

Petrographisches Laboratorium Clark University, Worcester, Mass.

XX. Experimentaluntersuchungen über die Constitution der natürlichen Silicate.

Von

F. W. Clarke und **E. A. Schneider** in Washington.

Im Laufe der letzten sechs Jahre ist der Erforschung der Constitution der natürlichen Silicate viel Aufmerksamkeit im Laboratorium des United States Geological Survey gewidmet worden. Einer von uns hat schon eine Anzahl diesbezüglicher Abhandlungen, theilweise theoretischen, theilweise analytischen Inhaltes veröffentlicht; die Beweisführung jedoch wurde bis jetzt nur auf sorgfältige Analysen verschiedener Silicate und auf das Studium sowohl gemeinschaftlicher Vorkommnisse als auch der Verwitterungsproducte gegründet. Innerhalb gewisser Grenzen sind die auf solche Weise gewonnenen Resultate zufriedenstellend und zu weiterem Studium anregend gewesen; öfters jedoch erwies es sich, dass vermittelst der gewöhnlichen analytischen Methoden es unmöglich war, zwischen den verschiedenen möglichen Constitutionsformeln zu unterscheiden; mithin ergab sich die Nothwendigkeit neuer Untersuchungsmethoden, mittelst deren an die Aufklärung derartiger Fragen gegangen werden konnte.

Die vorliegende Abhandlung beschäftigt sich mit derartigen Untersuchungen.

Fünfzehn Magnesiasilicate, Varietäten eingeschlossen, wurden studirt. Im Laufe der Untersuchung ergab sich die Möglichkeit, eine Anzahl derselben in wohlcharakterisirte Fractionen zu zerlegen und auf diese Weise einiges Licht auf ihre chemische Structur zu werfen.

Im Ganzen genommen sind die Methoden, welche von uns benutzt worden sind, nicht neu; neu ist jedoch ihre Anwendung bei der Behandlung eines derartigen Problemes, wie die Erforschung der Constitution der Silicate; auch hinsichtlich ihrer Analogie mit der in der organischen Chemie

so oft benutzten »Abbaumethode« glauben wir, verdienen unsere Methoden einiges Interesse.

Im Folgenden ist eine kurze Skizze unseres Verfahrens gegeben. Erstens wurde jedes Mineral einer vollständigen Analyse unterworfen, wobei besonderes Gewicht auf dessen Reinheit und einheitliche Natur gelegt wurde; in allen Fällen wurde eine Menge des Minerals zu feinem Pulver vermahlen, welches auch für alle folgenden Versuche genügte. Zweitens wurde jedes Mineral mit trockenem Chlorwasserstoffgas behandelt und zwar unter Einhaltung quantitativer Bedingungen. Zu diesem Zwecke wurde etwa ein Gramm des Silicatpulvers in einem Platinschiffchen ausgewogen; letzteres wurde nun in einer Glasröhre in einem langsamen Strome trockenen Chlorwasserstoffgases erhitzt, bis nach wiederholten Wägungen constantes Gewicht erreicht wurde. Der Inhalt des Platinschiffchens wurde nun mit Wasser ausgelaugt, dem vorher ein Tropfen verdünnter Salpetersäure hinzugesetzt worden war, um etwa vorhandenes Magnesiumoxychlorid zu zerstören; die in Lösung gegangenen Bestandtheile wurden auf gewöhnlichem Wege bestimmt. Die Temperatur, bei welcher das Silicat der Einwirkung des trockenen Chlorwasserstoffes ausgesetzt wurde, betrug durchwegs 383°—412°, doch wurden in einigen Fällen auch andere Temperaturen angewandt. Die Glasröhre wurde in einem Bunsen'schen Verbrennungsofen erhitzt; die gewünschten Temperaturgrenzen wurden eingehalten, indem folgende Vorsichtsmassregeln angewandt wurden: Das Platinschiffchen befand sich in der Glasröhre zwischen einer zugeschmolzenen Capillarröhre, die Bleijodid (Schmelzpunkt 383°, Carnelley) enthielt, und einer anderen zugeschmolzenen Röhre, welche ein kleines, scharfkantiges Stück Zink enthielt (Schmelzpunkt 412°, Ledebur).

Die Temperatur des Verbrennungsofens wurde nun so geregelt, dass nur das Bleijodid, nicht aber das Zink zum Schmelzen kam. Zur Messung einer höheren Temperatur, welche bisweilen benutzt wurde, dienten in derselben Weise als Indicatoren Chlorblei (Schmelzpunkt 498°, Carnelley) und Jodsilber (Schmelzpunkt 527°, Carnelley). Gewöhnlich wurde in jeder Versuchsserie das betreffende Silicat alle zwei Stunden gewogen; auch wurde ebenso oft der Inhalt des Schiffchens mit einem Platindrahte umgerührt, um stets eine neue Oberfläche der Einwirkung des Chlorwasserstoffes darzubieten. — Auf diese Weise behandelt verhalten sich verschiedene Silicate sehr verschieden, da einige so gut wie gar nicht, andere wieder beträchtlich angegriffen werden.

Mit der Einwirkung der gasförmigen Chlorwasserstoffsäure wurde die Einwirkung der wässerigen Säure verglichen, und konnten auf diese Weise einige Schlüsse von grosser Tragweite gezogen werden. Gewöhnlich wurden 75 ccm rauchender Salzsäure mit einem Gramm des Silicates auf dem Wasserbade zur Trockne eingedampft. War die Zersetzung keine voll-

ständige, so wurde das Silicat drei Tage oder länger auf dem Wasserbade mit Salzsäure vom spec. Gew. 1,12 digerirt; der Grad der Einwirkung wurde in jedem Falle quantitativ bestimmt. In mehreren Fällen wurde mit wässeriger Salzsäure erst nach vorhergegangenem starken Glühen digerirt, und einige Male wurde gefunden, dass ein Silicat, welches in frischem Zustande in Salzsäure vollkommen löslich war, durch starke Glühhitze in einen in Salzsäure löslichen und einen unlöslichen Theil gespalten werden konnte. In einer Anzahl von Fällen bewirkte das Glühen Freiwerden von Kieselsäure, welche sich in kochender Sodalauge löste und quantitativ bestimmt werden konnte. Zu diesem Zwecke benutzten wir stets eine Sodalösung, welche 250 g kohlensaures Natron im Liter enthielt. Endlich stellten wir fast in allen Fällen den Charakter des Wassers fest durch successives Erhitzen des Silicates auf verschiedene Temperaturen und Bestimmung der Gewichtsverluste. Für niedere Temperaturen benutzten wir ein gewöhnliches Luftbad; für höhere Temperaturen wurden die Silicate in einem trockenen Luftstrome zwischen Indicatoren erhitzt, die einen bekannten Schmelzpunkt hatten, gerade wie bei der Behandlung mit trockenem Chlorwasserstoffgas.

Diese Skizze wird genügen, um einen allgemeinen Begriff von unseren Untersuchungsmethoden zu geben; einen weiteren Einblick in dieselben wird das Studium der Details, die weiter unten folgen, geben. — Was den theoretischen Theil unserer Untersuchung anbetrifft, so haben wir uns auf die Hypothese gestützt, dass die complexen Silicate Substitutionsproducte normaler Salze sind, wie es schon Einer von uns mehrfach in früheren Publicationen vorgeschlagen hat.

Von diesem Standpunkte aus eignet sich das normale Magnesiumorthosilicat am besten als Ausgangspunkt für eine weitere Discussion; diesem Salze am nächsten unter den natürlichen Silicaten kommt der Olivin. Der reinere Forsterit stand uns nicht zur Verfügung.

1. Olivin.

Von diesem Materiale stand uns zur Verfügung eine Quantität von Chrysolith aus der Umgegend des Fort Wingate, New Mexico. So weit uns bekannt ist, ist dieses Vorkommniss noch nicht analysirt worden; hier mag noch bemerkt werden, dass dieser Chrysolith öfters als Edelstein benutzt wird, da seine Farbe genügend satt und er hinreichend durchsichtig ist. Er besitzt die charakteristische Farbe des Peridot und ist anscheinend ganz frei von Einschlüssen. Die Analyse ergab folgende Resultate:

SiO_2	41,98 %
Fe_2O_3	0,51
FeO	5,71
NiO	0,42
MnO	0,10
MgO	51,11
H_2O	0,28
	100,11 %

Bloss 0,05 % des Wassers entwichen bei 105°, 1,1027 g dieses Olivins wurden im trockenen Chlorwasserstoffstrome 22 Stunden lang erhitzt; die Gewichtsvermehrung betrug bloss 0,0157 g. Beim Auslaugen mit Wasser ging in Lösung:

MgO	1,47 %
Fe_2O_3	0,43

Hieraus folgt, dass Olivin bei einer Temperatur von 383°—412° von trockenem Chlorwasserstoffgase kaum angegriffen wird; die unbedeutende Einwirkung, die wir beobachtet haben, ist möglicherweise einem kleinen Feuchtigkeitsgehalte des Chlorwasserstoffgases zuzuschreiben. Andererseits zersetzt wässerige Säure den Olivin mit grosser Leichtigkeit. Weitere Versuche mit diesem Minerale waren für unsere Zwecke nicht nöthig.

2. Talk.

Das Mineral, welches zur Untersuchung vorlag, war ein typischer apfelgrüner, blätteriger Talk von Hunters Mill, Fairfax County, Virginia. Die Analyse gab folgende Resultate:

SiO_2	62,27 %
Al_2O_3	0,15
Fe_2O_3	0,95
MgO	30,95
FeO	0,85
MnO	Spur
H_2O	4,91
	100,08 %

Eine Wasserbestimmung bei verschiedenen Temperaturen ergab:

Verlust bei	105°	0,07 %
- -	250°—300°	0,06
- -	Rothgluth	4,43
- -	Weissgluth	0,35

woraus ersichtlich, dass so gut wie das ganze Wasser Constitutionswasser ist.

Fünfzehnstündiges Erhitzen im trockenen Chlorwasserstoffstrome bei einer Temperatur von 383°—412° verursachte eine kaum merkliche Gewichtsänderung des Talkes. Durch Auslaugen mit Wasser gingen bloss 0,23 % MgO in Lösung. 75 ccm rauchender Salzsäure, in denen 1 g Talk suspendirt war, auf dem Wasserbade eingedampft, bewirkten, dass 1,05 % MgO und 0,16 $(Fe, Al)_2O_3$ in Lösung gingen. Nach achttägiger Digestion auf dem Wasserbade mit Salzsäure vom spec. Gew. 1,12 wurden 1,94 % MgO und 0,23 % Sesquioxyde gelöst. Durch 32tägige Digestion mit derselben Säure wurden 3,94 % MgO und 0,41 % Sesquioxyde extrahirt. Man ersieht hieraus, dass der Talk ausserordentlich widerstandsfähig ist sowohl gegenüber wässeriger als auch trockener gasförmiger Salzsäure. Diese Thatsachen sind von grosser Tragweite für die Aufstellung einer Constitutionsformel des Minerals. Die empirische Zusammensetzung des analysirten Talkes stimmt scharf mit der allgemein acceptirten Formel $Mg_3H_2Si_4O_{12}$ überein. Letztere wird gewöhnlich als ein saures Metasilicat $Mg_3H_2(SiO_3)_4$ aufgefasst; neuerdings hat jedoch Groth vorgeschlagen, den Talk als ein basisches Salz der Pyrokieselsäure $H_2Si_2O_5$ zu betrachten. Von dieser Voraussetzung ausgehend, muss dessen rationelle Formel $Mg(Si_2O_5)_2(MgOH)_2$ geschrieben werden. Es hat sich nun als möglich erwiesen, auf experimentellem Wege bezüglich der grösseren Wahrscheinlichkeit der einen oder der anderen Formel zu entscheiden.

Gegen Groth's Formel spricht in hohem Grade die Widerstandsfähigkeit des Talkes gegenüber Säuren. Die einwerthige Gruppe — Mg — OH sollte in Salzsäure löslich sein, und zahlreiche Data, die wir weiter unten folgen lassen, beweisen, dass auch trockenes Chlorwasserstoffgas mit Leichtigkeit diese Atomgruppe angreift. Unsere Versuche machen es in der That höchst wahrscheinlich, dass die ganze Magnesiamenge, welche aus einem Silicat durch trockenes Chlorwasserstoffgas eliminirt wird, ursprünglich in der hydroxylirten Form zugegen war. Was die Constitution des Talkes anbetrifft, so können wir ein noch gewichtigeres Argument zu Gunsten unserer Auffassung anführen.

Wenn die Groth'sche Formel der richtige Ausdruck für die Constitution des Talkes wäre, so sollte sich das Talkmolekül gemäss den weiter unten folgenden Formelbildern beim Erhitzen verhalten:

$$Mg \begin{matrix} \diagup Si_2O_5 - Mg - OH \\ \diagdown Si_2O_5 - Mg - OH \end{matrix} = Mg \begin{matrix} \diagup Si_2O_5 - Mg \diagdown \\ \diagdown Si_2O_5 - Mg \diagup \end{matrix} O + H_2O.$$

Mithin sollte der Wasserverlust nur wenig Veränderung hervorbringen und keine Kieselsäure dabei frei werden. Andererseits sollte sich ein saures Metasilicat $H_2Mg_3(SiO_3)_4$ beim Glühen in $H_2O + SiO_2 + 3MgSiO_3$ spalten, d. h. der vierte Theil der gesammten Kieselsäure sollte frei werden. Dieses ist auch in der That der Fall. Eine Quantität Talk wurde kurze Zeit

	A.	B.	C.	D.	E.
SiO_2	42,05	41,47	42,42	42,49	41,90
H_2O	14,66	15,06	15,64	13,21	16,16
MgO	42,57	41,70	41,01	36,53	40,16
FeO	0,10	0,09	nicht best.	1,88	nicht best.
CaO	0,05	—	Spur	—	—
NiO	—	—	0,23	0,61	0,10
Fe_2O_3	0,30 }	1,73	0,62	3,33	0,91
Al_2O_3	— }		0,63	1,72	0,71
	99,73	100,05	100,55	100,22	99,94
H_2O bei 105°	0,96	1,20	2,04	1,53	2,26
- - 250°	0,55	0,55	0,71	0,44	1,01
- - 383°—412°	0,27 }		0,27	0,62	0,98
- - 498°—527°	0,23 }	13,01	0,56	—	0,42
- - Rothgluth	12,37 }		11,81	10,58	11,32
- - Weissgluth	0,28	0,30	0,25	0,04	0,17

Die Wasserbestimmungen weisen darauf hin, dass so gut wie das ganze Wasser, welches im Serpentin enthalten ist, Constitutionswasser ist und dass kein Theil desselben als Krystallwasser aufgefasst werden kann. Die kleinen, variabeln Quantitäten, die unterhalb 250° entweichen, sind hauptsächlich der Gegenwart hygroskopischer Feuchtigkeit und mechanisch eingeschlossenem Wasser zuzuschreiben, da alle Analysen an lufttrockenem Materiale ausgeführt wurden. Es ist kaum nöthig besonders zu erwähnen, dass bei der Ausführung der Wasserbestimmungen bei verschiedenen Temperaturen das Material stets so lange erhitzt wurde, bis constantes Gewicht erreicht ward.

Im trockenen Chlorwasserstoffstrome erhitzt wurden alle diese Serpentine stark angegriffen; in dieser Beziehung unterschieden sie sich wesentlich vom Olivin und Talk. Die Quantitäten der basischen Oxyde, welche in wasserlösliche Chloride bei 383°—412° übergeführt wurden, betrugen:

	A.	B.	C.	D.	E.
Zahl der Stunden, während welcher der Serpentin im Salzsäuregas erhitzt wurde	54	68	54	78	41
MgO als Chlorid extrahirt	10,14	16,73	9,98	11,38	15,25
R_2O_3 - - -	—	0,43	—	0,66	0,51

In der letzten Bestimmung (E.) ging die Magnesia durch einen Unfall verloren; der angegebene Werth ist aus der Differenz berechnet. Ein zweiter Versuch, der mit dem Newburyport (B.) Serpentin angestellt wurde, ergab nur 14,43 % Magnesia, die nach 39 stündigem Erhitzen in Chlorid übergeführt worden waren. Man ersieht hieraus, dass die Zeiträume, welche

nöthig sind, um constantes Gewicht zu erzielen und auf diese Weise die Grenze der Reaction zu bestimmen, beträchtlich variiren.

Derselbe Versuch mit den Serpentinen A. und B. bei 498°—527° angestellt ergab ähnliche Resultate.

	A.	B.
Zahl der Stunden	18	18
MgO als Chlorid in Lösung gegangen	10,83	14,28
R_2O_3 - - - - -	0,10	0,16

Der Versuch wurde bei derselben Temperatur mit beiden Serpentinen wiederholt. A. gab 14,17 % (39 Stunden) und B. 17,36 % Magnesiumoxyd, welche in Magnesiumchlorid übergeführt worden waren.

Obgleich die Uebereinstimmung dieser Daten unter einander nicht genügend scharf ist, so beanspruchen sie doch einige Beachtung. Sie zeigen erstens, dass die Einwirkung des Chlorwasserstoffgases so ziemlich dieselbe ist, sowohl bei der niederen, als bei der höheren Temperatur, nur dass die Grenze der Reaction rascher bei der höheren Temperatur erreicht wird. Sie deuten ferner an, dass die Magnesia des Serpentins auf zwei verschiedene Weisen gebunden ist, so dass ein Theil von der Säure angegriffen werden kann, der andere aber nicht. Denjenigen Theil, welcher in Chlorid übergeführt wird, sehen wir vorläufig als durch die Atomgruppe — Mg — OH dargestellt an, obgleich die diesbezüglichen quantitativen Bestimmungen noch nicht den Grad der Genauigkeit zeigen, welcher erwünscht ist. Es erscheint uns unmöglich, eine andere Hypothese bezüglich der Natur der in Chlorid übergeführten Magnesia aufzustellen oder in irgend einer anderen Weise unsere experimentellen Resultate zu interpretiren.

Unter den Bedingungen, die wir bei unseren Versuchen eingehalten haben, ist im Durchschnitte annähernd ein Drittel der Magnesia des Serpentins durch trockenes Chlorwasserstoffgas in Chlorid übergeführt worden, während die beiden anderen Drittel resistenzfähiger sind.

Wässerige Chlorwasserstoffsäure zersetzt leicht und vollständig alle fünf Serpentine, die wir untersucht haben. In drei Fällen wurde ihr Verhalten in dieser Beziehung quantitativ untersucht und zwar wurde die Säure mit dem Minerale zur Trockene eingedampft, der Rückstand mit schwacher Säure ausgezogen und sodann gewogen. In jedem Falle stimmte die Quantität dieses Rückstandes mit der Quantität der Kieselsäure überein, welche durch Analyse gefunden worden war. Im Folgenden sind die diesbezüglichen Daten gegeben:

	A.	C.	D.
Unlöslich in HCl	42,32	42,21	42,25
SiO_2 gefunden	42,05	42,42	42,94

Sehr verdünnte Salzsäure jedoch zersetzt diese Serpentine nur theilweise; Pikrolith wurde am wenigsten angegriffen. Eine mikroskopische

Untersuchung des Minerals, welche Herr **Waldemar Lindgren** für uns ausführte, ergab die Abwesenheit von Einschlüssen, welche eine Erklärung für dieses Verhalten abgeben könnten; es müssen also wahrscheinlich rein mechanische Einflüsse sein, welche diese Verschiedenheit im Verhalten gegenüber verdünnter Salzsäure hervorrufen.

Kochende Sodalösung greift die frischen ungeglühten Serpentine nicht an. Starkes Glühen über dem Gebläse jedoch machte in einigen Fällen eine kleine Quantität Kieselsäure frei, welche von Sodalösung aufgenommen wurde. Die Mengen der freigewordenen Kieselsäure betrugen:

A.	B.	C.	D.	E.
6,23 %	2,00 %	2,18 %	—	6,05 %
6,34	2,63	—	—	4,93

Wir sind vorläufig nicht im Stande, diese Resultate zu interpretiren. Die Menge der freigewordenen Kieselsäure ist so klein (im höchsten Falle ungefähr ein Siebentel der gesammten Kieselsäure), dass entweder eine geringe Beimischung anderer Silicate oder secundäre Reactionen unbestimmten Charakters angenommen werden können.

Wird Serpentin bis zum Schmelzen erhitzt, so tritt Spaltung in Olivin und Enstatit ein, wie Daubrée*) gezeigt hat:

$$H_4Mg_3Si_2O_9 = 2H_2O + Mg_2SiO_4 + MgSiO_3.$$

Bei niederer Temperatur jedoch findet diese Spaltung des Moleküls nicht statt; und wenn sie stattfindet, so ist sie gewöhnlich nur partiell.

Die Serpentine A., C. und D. wurden je eine Stunde über dem Gebläse erhitzt und dann mit starker Salzsäure behandelt. Auf diese Weise sollte etwa entstandener Olivin zersetzt werden, während Enstatit nicht angegriffen wurde. Nach Abdampfen zur Trockne mit der Säure und Ausziehen mit schwacher Säure wurde der unlösliche Rückstand mit Sodalösung gekocht, um freie Kieselsäure zu entfernen, sorgfältig ausgewaschen, getrocknet und gewogen. Die unlöslichen Rückstände betrugen

A.	C.	D.
4,32 %	20,80 %	39,96 %

Der unlösliche Rückstand vom derben Montville-Serpentin (A.) enthielt 43,28 % und der Rückstand vom Chrysotil (C.) 41,34 % Magnesia; Enstatit verlangt 40 % Magnesia. Die Zusammensetzung des unlöslichen Rückstandes vom geglühten Pikrolith war:

MgO	36,31 %
SiO_2	54,88
R_2O_3	9,26

*) Comptes Rendus 1866, **62**, 661.

Dieser Rückstand kann als ein unreiner Enstatit angesehen werden; lie Verunreinigungen entsprechen denen des Pikroliths. — Im letzten Falle D.) scheint die Spaltung eine vollkommene gewesen zu sein. Chrysotil ergab ungefähr die Hälfte des Enstatits, welcher der Theorie nach gebildet werden könnte; im gewöhnlichen Serpentin hatte die Spaltung kaum begonnen.

Die Folgerung, welche aus diesem Verhalten gezogen werden kann, liegt auf der Hand. Wenn Serpentin entwässert wird, so verbleibt im Rückstande die Verbindung $Mg_3Si_2O_7$, welche durch Säuren zersetzbar ist; sie wird durch höhere Temperatur im Einklange mit Daubrée's Beobachtung in Olivin und Enstatit gespalten. Das Salz $Mg_3Si_2O_7$ entspricht gewissen wohlbekannten Aethern und ist wahrscheinlich eine scharf definirte Verbindung.

Im Vorhergehenden haben wir eine Anzahl von Thatsachen kennen gelernt, die bei der Besprechung der Constitution der Serpentine verwerthet werden können. Diese Thatsachen sind nochmals kurz zusammengefasst:

1) Die wohlbekannte empirische Formel des Serpentins ist $H_4Mg_3Si_2O_9$; das gesammte Wasser, welches dieser Formel entspricht, ist Constitutionswasser. 2) Durch Entwässern entsteht aus Serpentin das Salz $Mg_3Si_2O_7$. 3) Ein Theil der Magnesia ist loser mit der Kieselsäure verbunden, als der andere und grössere Theil; dieser Theil ist wahrscheinlich als $-Mg-OH$ zugegen.

Wenn ein Atom Magnesium oder ein Drittel der Gesammtmenge des Magnesiums derartig gebunden ist, so ist eine Erklärung für den Ueberschuss von einem Sauerstoffatome über das normale Orthosilicatverhältniss gegeben.

Wenn wir alle diese Thatsachen und Erwägungen in Betracht ziehen, so erscheint es höchst wahrscheinlich, dass die Constitutionsformel des Serpentins $Mg_2(SiO_4)_2H_3(MgOH)$ geschrieben werden kann. Die Structurformel für diesen Ausdruck kann auf mehrere verschiedene Weisen geschrieben werden; jede derselben gestattet jedoch die beiden Orthokieselsäuregruppen nach der Entwässerung mit Elimination eines Sauerstoffatoms zu verbinden und so die Gruppe Si_2O_7 zu bilden. Wir sind jedoch noch nicht im Stande, bezüglich der verschiedenen möglichen Structurformeln zu entscheiden, und hierzu ist ein weiteres Studium der wasserhaltigen Magnesiasilicate nöthig.

Zum Schlusse möchten wir noch folgende Erwägungen vorbringen: Wenn wir den so gewöhnlichen Uebergang von Olivin zu Serpentin im Auge behalten und auch die zweifelsohne bestehenden Beziehungen beider Arten zu Chondrodit, so erscheint die folgende Reihe von Formeln höchst plausibel. Das erste Glied dieser Reihe ist die verdoppelte Formel für Olivin:

$Mg_4 Si_2 O_8$	Olivin,
$Mg_3 Si_2 O_8 (Mg F)_2$	Chondrodit,
$Mg_2 Si_2 O_8 H_3 (Mg O H)$	Serpentin.

In der Chondroditformel ersetzt freilich die Gruppe $-Mg-O-Mg-$ bis zu einem gewissen Grade die beiden einwerthigen MgF-Gruppen.

Wenngleich die Richtigkeit dieser Formeln nicht absolut erwiesen ist, so haben sie doch einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit für sich; auch stehen sie in vollkommenem Einklange mit der von uns angenommenen Hypothese, dass die zusammengesetzten Silicate Derivate normaler Salze sind. Noch eine andere Formel für Serpentin $Mg Si_2 O_7 (Mg OH)_2 H_2$ könnte mit unseren experimentellen Resultaten theilweise in Einklang gebracht werden. Eine Verbindung jedoch, die eine derartige Structur besitzt, sollte energischer von trockenem Chlorwasserstoffgase angegriffen werden und zwei Drittel der Magnesia sollten in Chlorid übergeführt werden. Diese Grenze wurde bei weitem nicht in unseren Versuchen erreicht, obgleich in zwei Fällen entschieden mehr als ein Drittel Magnesia in Chlorid übergeführt wurde. Die Frage ist deshalb berechtigt, ob nicht zwei isomere Serpentine existiren, die diesen beiden Formeln entsprechen, und sollte bei weiteren Untersuchungen nicht aus dem Auge gelassen werden.

4. Die Chlorite.

In dieser interessanten, aber noch sehr dunkeln Gruppe wurden drei Arten untersucht. Erstens der dunkelgrüne, grossblätterige, glimmerartige Ripidolith von Westchester, Pennsylvania. Dieser Ripidolith ist schon zu wiederholten Malen analysirt worden und unsere Resultate bestätigen die älteren Analysen. Zweitens ein dunkelgrüner, schuppig-körniger Prochlorit, der bei der Bohrung eines Tunnels für die Wasserwerke von Washington, D. C., gefunden wurde. Drittens Leuchtenbergit aus der Schischimsk'schen Grube bei Slatoust.

Das letztere Mineral verdanken wir der Güte des Herrn A. Lösch, Conservators der Sammlungen der Bergakademie in St. Petersburg; leider enthielt dasselbe verschiedene Einschlüsse, welche den Werth unserer Untersuchung sehr beeinträchtigt haben. Der Prochlorit wurde einer mikroskopischen Prüfung durch Herrn Lindgren unterworfen und erwies sich als ein homogenes Mineral. Im Folgenden sind die diesbezüglichen Analysen gegeben.

	Ripidolith:	Prochlorit:	Leuchtenbergit:
SiO_2	29,87	25,40	32,27
Al_2O_3	14,48	22,80	16,05
Cr_2O_3	1,56	—	—
Fe_2O_3	5,52	2,86	4,26
FeO	1,93	17,77	0,28
NiO	0,17	—	—
MnO	—	0,25	—
MgO	33,06	19,09	29,75
CaO	—	—	6,21
H_2O	13,60	12,21	11,47
Fl	—	Spur	—
	100,19	100,38	100,29

	Ripidolith	Prochlorit	Leuchtenbergit
H_2O bei 105°	—	0,80	0,38
- - 250°—300°	0,95	0,15	0,21
- - 383°—412°	0,49	0,62	—
- - 498°—527°	—	0,09	—
- - Rothgluth	10,74	10,55	10,69
- - Weissgluth	0,42	—	0,19

Hier ist wiederum das Wasser zweifelsohne Constitutionswasser. Deshalb muss die Hypothese, welche Einer*) von uns aufgestellt hat, dass die Chlorite im Wesentlichen Glimmer plus Krystallwasser sind, aufgegeben werden.

Die drei Silicate verhalten sich gegenüber trockenem Chlorwasserstoffgase wesentlich verschieden. Im Folgenden sind unsere Resultate verzeichnet.

	Ripidolith:	Prochlorit:	Leuchtenbergit:
Wie viel Stunden erhitzt?	19	34	31
MgO in Chlorid übergeführt	13,46	1,54	6,29
R_2O_3 - - -	4,24	2,17	0,42
SiO_2 in lösl. Form übergeführt	0,92	—	—

Bei einem zweiten Versuche mit dem Ripidolith waren 58 Stunden erforderlich, um constantes Gewicht zu erreichen; in diesem Falle wurden 13,36 % Magnesia nebst 1,20 % Sesquioxyde in lösliche Form übergeführt. Bei einem dritten Versuche dauerte das Erhitzen im Gasstrome 30 Stunden; die Quantitäten Magnesia und Sesquioxyde, die in Chloride übergeführt wurden, betrugen 11,10 % und 3,31 % respective.

Sogar bei der gewöhnlichen Laboratoriumstemperatur wurde der Ripi-

*) Clarke, A theory of the mica group. Am. Journ. Science, November 1889.

dolith energisch von trockenem Chlorwasserstoffgase angegriffen; 4,66 % *MgO* und 3,43 % R_2O_3 wurden in lösliche Verbindungen übergeführt. In diesem Falle dauerte der Versuch 100 Stunden. Was den Prochlorit anbetrifft, so sind die Resultate, welche erhalten wurden, sehr schwierig zu erklären. Der Grund dafür ist in dem Umstande zu suchen, dass in einem Minerale, welches soviel Eisenoxydul enthält, secundäre Reactionen, die mit der Oxydation des Oxyduls zusammenhängen, möglich sind und dass es kaum thunlich ist, diese Reactionen zu verfolgen. Die Gruppe — *Fe* — *OH* mag sich ebenso wie — *Mg* — *OH* gegenüber Reagentien verhalten und dennoch würden derartige secundäre Reactionen eine scharf quantitative Bestimmung des stattgehabten Vorganges verhindern.

Durch Digestion mit starker wässeriger Salzsäure wurden sowohl Ripidolith als auch Prochlorit vollständig zersetzt. Der Leuchtenbergit hinterliess einen unlöslichen Rückstand, der wahrscheinlich aus Granat bestand; dieser letztere war ursprünglich als Einschluss im Minerale vorhanden. Es muss hier bemerkt werden, dass die in Rede stehenden drei Silicate durch wässerige Salzsäure langsamer zersetzt werden, als die Serpentine.

Durch starkes Glühen werden sowohl aus Ripidolith als auch aus Prochlorit kleine Mengen Kieselsäure frei gemacht. Dieselben wurden durch Extraction mit kochender Sodalösung bestimmt und betrugen für

Ripidolith:	Prochlorit:
2,98 %	2,45 %

Diese Quantitäten entsprechen bloss einem Zehntel der gesammten Kieselsäure in diesen Silicaten und können, weil sie so unbedeutend sind, bei der Besprechung der Constitution derselben vernachlässigt werden.

Wenngleich Ripidolith mit Leichtigkeit durch wässerige Salzsäure zersetzt wird, so scheint doch dieses Silicat durch anhaltendes Glühen in einen säurelöslichen und einen unlöslichen Theil gespalten zu werden.

Eine gewogene Menge des Minerals wurde neun Stunden über dem Gebläse geglüht und darauf drei Tage mit Salzsäure vom spec. Gew. 1,12 auf dem Wasserbade digerirt. Der unlösliche Rückstand betrug 48,47 %. Kochende Sodalösung extrahirte aus demselben 28,73 % Kieselsäure.

Der sowohl in Salzsäure als auch in kochender Sodalösung unlösliche Rückstand, 19,74 % betragend, wurde nun einer Analyse unterworfen. Dieselbe ergab:

SiO_2	6,32 %
Sesquioxyde	67,81
MgO	25,67
	99,80 %

Wenn man die kleine Menge Kieselsäure, die bloss 1,25 % des Ausgangsmaterials beträgt, als unwesentlich vernachlässigt, so hat die Haupt-

menge des Rückstandes, 18,49 % betragend, genau die Zusammensetzung des Spinells. Dieser Rückstand ist ebenso wie Spinell ganz unlöslich in Säure und aller Wahrscheinlichkeit nach diese Verbindung. Die Bildung eines solchen Magnesiaaluminates $Mg\,Al_2O_4$ ist sehr lehrreich; wir werden auf diesen Vorgang bei der Besprechung der Constitution der Chlorite zurückkommen.

Aehnliche Versuche mit dem Prochlorit ergaben ähnliche, aber nicht identische Resultate. Nach sechsstündigem Erhitzen über dem Gebläse und dreitägiger Digestion mit Salzsäure vom spec. Gew. 1,12 betrug der Rückstand 35,61 %, von welchen 18,16 % unlöslich in kochender Sodalösung waren. Dieser letztere Rückstand enthielt jedoch noch eine grosse Menge Kieselsäure und kann darum nicht Spinell sein. Die Reaction verdient ein weiteres Studium; es muss jedoch bemerkt werden, dass die Oxydirbarkeit des Eisenoxyduls im Prochlorit ein Element der Unsicherheit einführt, welches es sehr erschwert, die Resultate zu interpretiren.

Was den Leuchtenbergit anbetrifft, so war die Anzahl der Versuche, die wir mit diesem Minerale anstellten, eine beschränkte, da es Verunreinigungen enthielt. Vermittelst einer Jodkalium-Jodquecksilberlösung vom spec. Gew. 2,95 isolirten wir aus dem verunreinigten Materiale 5,62 % eines gelblichen Granates; dieser Gehalt an Granat erklärt theilweise den ziemlich hohen Procentgehalt an Calcium, den wir bei der Analyse des Leuchtenbergit gefunden haben. Deshalb sind die Resultate unserer Versuche am Leuchtenbergit von geringem Werthe, mit Ausnahme der Wasserbestimmung und des Verhaltens des Minerals gegenüber trockenem Chlorwasserstoffgase.

Wenn wir nun die möglichen Formeln der Chlorite discutiren wollen, so können wir die kleinen Mengen Wasser, die unterhalb 300° entweichen, vernachlässigen. Es verbleiben in diesem Falle im Ripidolith, Prochlorit und Leuchtenbergit je 12,65 %, 11,26 % und 10,88 %. Mit Annahme dieser Zahlen erhalten wir die folgenden molekularen Verhältnisse:

	Ripidolith:	Prochlorit:	Leuchtenbergit:
SiO_2	0,498	0,423	0,538
R_2O_3	0,186	0,241	0,185
RO	0,855	0,727	0,858
H_2O	0,703	0,626	0,604

Daraus leiten sich folgende empirische Formeln ab:

Ripidolith	$19R_2O_3$,	$86RO$,	$70H_2O$,	$50SiO_2$,
Prochlorit	$24R_2O_3$,	$73RO$,	$63H_2O$,	$42SiO_2$,
Leuchtenbergit	$19R_2O_3$,	$86RO$,	$60H_2O$,	$54SiO_2$.

Rechnen wir nun diese Formeln auf die Orthosilicatbasis um, so erhalten wir:

Ripidolith	$R_{38}''' R_{86}'' H_{140} (SiO_4)_{50} O_{113}$,
Prochlorit	$R_{48}''' R_{73}'' H_{126} (SiO_4)_{42} O_{128}$,
Leuchtenbergit	$R_{38}''' R_{86}'' H_{120} (SiO_4)_{54} O_{95}$.

Dieser Ueberschuss des Sauerstoffes über das Orthosilicatverhältniss kann nur als basisches Hydroxyl erklärt werden; wir erhalten also:

Ripidolith	$R_{38}''' R_{86}'' H_{27} (SiO_4)_{50} (OH)_{113}$,
Prochlorit	$R_{48}''' R_{73}'' (SiO_4)_{42} (OH)_{127}$,
Leuchtenbergit	$R_{38}''' R_{86}'' H_{25} (SiO_4)_{54} (OH)_{95}$.

Die letzte dieser Formeln ist freilich dadurch modificirt worden, dass das analysirte Mineral nicht homogen war; der zu niedrig gefundene Werth für Hydroxyl spricht dafür; Granat, welcher den grössten Theil der Verunreinigung des Leuchtenbergits ausmacht, enthält diese Gruppe nicht. Sonst ist es klar, dass im Allgemeinen die empirischen Formeln für Leuchtenbergit und Ripidolith sehr nahe mit einander übereinstimmen.

Die Frage, die wir nun zu beantworten haben, lautet: in welchem Verhältnisse ist das Hydroxyl zwischen den Basen vertheilt?

Wenn wir mit dem Ripidolith beginnen, als dem Minerale, welches am Ausführlichsten untersucht worden ist, so müssen wir uns erinnern, dass zwei übereinstimmende Versuche ergaben, dass je 13,36 % und 13,46 % Magnesia, die wahrscheinlich die $-Mg-OH$-Gruppe repräsentiren, durch trockenes Chlorwasserstoffgas in Chlorid übergeführt wurden. Das Mittel dieser beiden Zahlen entspricht 34 Atomen Magnesium.

Verbinden wir nun den Rest des Hydroxyls mit den Sesquioxyden, um die einwerthige Gruppe AlH_2O_2 zu bilden, so muss die Ripidolithformel folgendermassen geschrieben werden:

$$(AlH_2O_2)_{38} (MgOH)_{34} R_{52}'' H_{27} (SiO_4)_{50}.$$

Bei Aufstellung dieser Formel wurden drei Sauerstoffatome vernachlässigt.

Wenn wir nun diese Formel verallgemeinern, so erhalten wir den Ausdruck

$$R_{52}'' R_{99}' (SiO_4)_{50} \text{ oder fast genau}$$
$$R_2'' (SiO_4)_2 R_4'.$$

Dieses ist eine Olivinformel, in welcher die Hälfte von R'' durch R_2' ersetzt ist; sie ist direct mit der Serpentinformel vergleichbar.

Hier ist es am Platze zu erwähnen, dass schon vor einiger Zeit von Wartha*) die Meinung ausgesprochen hat, dass die Chlorite und Serpentine eine continuirliche Reihe von Mineralien repräsentiren; diese Meinung wird durch unsere Beobachtungen bekräftigt.

*) Diese Zeitschr. 1887, **18**, 71.

Endlich möchten wir noch bemerken, dass ein etwaiges Nebeneinandervorkommen der Gruppen AlO_2H_2 und $MgOH$ im Ripidolith die Bildung von Spinell beim Erhitzen des Minerals in hohem Maasse erklären würde.

Die wahrscheinlichen Atomverhältnisse zwischen H, $MgOH$ und AlO_2H_2, die auf experimentellem Wege gefunden worden sind, deuten darauf hin, dass der Ripidolith aus zwei isomorphen Molekülen besteht; die beobachteten Daten stimmen in der That am besten überein mit der Annahme eines Gemisches der Moleküle $Mg_2(SiO_4)_2(MgOH)_3H$ und $Mg_2(SiO_4)_2(AlO_2H_2)_3H$ in gleichen Verhältnissen.

Die Zusammensetzung eines Gemisches dieser Moleküle im Verhältniss von 1 : 1 ist leicht zu berechnen, und die Resultate stimmen gut mit der Analyse überein. Wenn wir nun die Sesquioxyde des Eisens und Chroms in Aluminiumsesquioxyd umrechnen, ebenso das Eisenoxydul in Magnesia und endlich alle Zahlen auf 100 % bringen, so erhalten wir den folgenden directen Vergleich zwischen Analyse und Theorie:

	Gefunden:	Theorie:
SiO_2	31,18	31,09
Al_2O_3	19,87	19,82
MgO	35,74	36,27
H_2O	13,21	12,82
	100,00	100,00

Eine genauere Uebereinstimmung kann kaum erwartet werden.

Für den Prochlorit ergiebt sich ein ähnliches Molekularverhältniss, ungeachtet der Unsicherheit, die betreffs des Verhaltens des Eisenoxyduls existirt.

Die Formel $R_{48}'''R_{73}''(SiO_4)_{42}(OH)_{127}$ kann zu $(AlH_2O_2)_{48}(R''OH)_{31}, R_{42}''(SiO_4)_{42}$ zusammengezogen werden; $R''OH$ ist hauptsächlich durch $Fe''OH$ und R'' fast ausschliesslich durch Mg repräsentirt. Verallgemeinert man weiter diese Formel, so erhält man den Ausdruck $R_{42}''(SiO_4)_{42}R_{79}'$, welcher dem Typus der Olivin-Serpentinformel sehr nahe kommt. Ein Gemisch solcher Moleküle, in denen R' durch $MgOH$, $FeOH$ und AlH_2O_2 im Verhältniss von 1 : 3 : 6 dargestellt ist, würde die folgende Zusammensetzung haben. Zum Vergleiche sind hier die Resultate, wie sie durch die Analyse erhalten worden sind, beigefügt.

	Gefunden:	Berechnet:
SiO_2	25,40	24,88
Al_2O_3	22,80	25,37
Fe_2O_3	2,86	—
FeO	17,77	17,91
MgO	19,09	19,90
H_2O (Constitutionsw.)	11,26	11,94
	99,18	100,00

Die Uebereinstimmung würde noch näher sein, wenn die Zahlen der ersten Colonne auf 100 % und das Eisenoxyd in Aluminiumoxyd umgerechnet worden wären.

Alle diese Thatsachen weisen darauf hin, dass die Constitution des Prochlorits vollkommen analog der des Ripidoliths ist, wenngleich das erstere Mineral wegen seines hohen Gehaltes an Eisenoxydul sich verschieden gegenüber trockenem Chlorwasserstoffgase verhält. Auch der Leuchtenbergit hat offenbar eine ähnliche Constitution; der Umstand jedoch, dass das von uns analysirte Material nicht homogen war, verhindert uns, in eine speciellere Besprechung dieses Gegenstandes einzugehen.

Zum Schlusse unserer Betrachtungen über die Chloritgruppe möchten wir noch einen theoretisch möglichen Uebergang von derselben zur Glimmergruppe erwähnen. Man kann die Glimmer als die Substitutionsproducte normaler Aluminiumsilicate ansehen und ebenso die Chlorite als Substitutionsproducte normaler Magnesiasilicate. Nehmen wir nun die Chloritformel $Mg_2(SiO_4)_2(AlO_2H_2)H_2$ und halbiren wir dieselbe, so erhalten wir einen Ausdruck für eine Verbindung, die als Derivat eines Aluminiumorthosilicates aufgefasst werden kann und analog einigen der basischeren Hydroglimmer ist. Diese Betrachtungen werden durch die bemerkenswerthe Aehnlichkeit der beiden Gruppen in physikalischer Beziehung unterstützt.

5. Die Glimmer.

Aus dieser Gruppe wurden nur drei Beispiele studirt, sämmtlich Magnesia- oder Eisen-Magnesiaglimmer.

A. Phlogopit von Burgess, Ontario, Canada; der gewöhnliche, sehr hellbräunliche, grossblätterige Glimmer, einigermassen dem Muscovit ähnlich.

B. Phlogopit von Edwards, St. Lawrence County, New York. Die eigenthümliche fluorfreie Varietät, oberflächlich dem Brucit ähnlich, zuerst von Penfield und Sperry beschrieben, deren Analyse auf's Vollkommenste durch die unserige bestätigt wird.

C. Ein fast schwarzer, grossblätteriger Eisenglimmer von Port Henry, New York, gewöhnlich als Lepidomelan angesehen.

Im Folgenden sind die Analysen dieser Silicate gegeben.

	Burgess:	Edwards:	Port Henry:
SiO_2	39,66	45,05	34,52
TiO_2	0,56	—	2,70
Al_2O_3	17,00	11,25	13,22
Fe_2O_3	0,27	—	7,80
FeO	0,20	0,14	22,27
MnO	—	—	0,41
$(Co, Ni)O$	—	—	0,30
CaO	—	—	—
BaO	0,62	—	—
MgO	26,49	29,38	5,82
Li_2O	—	0,07	0,04
Na_2O	0,60	0,45	0,16
K_2O	9,97	8,52	8,59
H_2O	2,99	5,37	4,39
F	2,24	—	0,34
P_2O_5	Spur	—	Spur
	100,60	100,23	100,54
Weniger O	0,94		0,14
	99,66		100,40

Die detaillirte Wasserbestimmung gab folgende Resultate:

	Burgess:	Edwards:	Port Henry:
H_2O bei 105°	0,66	—	0,57
- - 250°—300°	0,35	0,73	0,45
- - Rothgluth	1,98	0,73	3,37
- - Weissgluth		3,01	

Hier ist es am Platze zu bemerken, dass, wenn immer wir im Laufe dieser Untersuchung bei Ausführung der Analysen viel Eisenoxydul vorfanden, die Gesammtmenge des Wassers auf directem Wege ermittelt wurde; deshalb stellen die Zahlen für das Wasser bei höheren Temperaturen den wirklichen Procentgehalt dar. In diesen Glimmern wurden resp. 1,98 %, 4,64 % und 3,37 % Wasser als Constitutionswasser angesehen und bei der Aufstellung der Formeln zu Grunde gelegt.

Im Phlogopit von Burgess wurden unter dem Mikroskope zahlreiche Einschlüsse beobachtet, die aus dünnen Prismen bestanden; auf unsere Bitte wurden sie einer mikroskopischen Prüfung durch Herrn Waldemar Lindgren unterworfen. Derselbe beschreibt den Glimmer folgendermaassen: »Dünne Blätter, die unter dem Mikroskope farblos erscheinen, dunkel zwischen gekreuzten Nicols; Interferenzfigur ein Kreuz, welches sich nicht in Hyperbeln auflöst; scheinbar einaxig; aber mit besseren Instrumenten würde der Glimmer wahrscheinlich als zweiaxig mit einem sehr

kleinen Axenwinkel befunden werden. Zeigt ausgezeichneten Asterismus, der durch Interpositionen bewirkt wird, die in drei Richtungen angeordnet sind und sich unter einem Winkel von 60° schneiden. Die Einschlüsse sind Prismen oder dünne langgezogene Täfelchen eines stark brechenden und doppeltbrechenden Minerals, welche lebhafte Newton'sche Farben zeigen. Ungeachtet der sehr geringen Dicke dieser Prismen sind die Interferenzfarben nahe dem Weiss erster Ordnung. Auslöschung findet statt genau parallel der Längsrichtung der Einschlüsse. Endflächen abgerundet oder ungleich entwickelt. Ausser den Prismen sind noch quadratische oder rhomboidale Blättchen als Einschlüsse vorhanden, wahrscheinlich von derselben Substanz. Diese Einschlüsse wurden zuerst von G. Rose beobachtet (Neues Jahrbuch 1863, S. 90), welcher sie für Disthen ansah. Rosenbusch beschreibt sie von Neuem und betrachtet sie als Turmalin (Physiographie der Mineralien, S. 486). In der That entsprechen diese Prismen in ihrem optischen Verhalten sehr gut diesem letzteren Minerale. Disthen und Apatit sind jedenfalls ausgeschlossen. Wahrscheinlich bildet dieses Mineral ungeachtet seiner anscheinenden Menge nur einen sehr kleinen Bruchtheil des Gewichtes der Glimmersubstanz.« Auf Herrn Lindgren's Rath hin wurde der Glimmer sorgfältig auf Bor geprüft, jedoch mit negativem Ergebniss. Daraus kann gefolgert werden, dass, wenn Turmalin zugegen ist, dessen Menge höchst gering sein muss.

Auch der Port Henry-Eisenglimmer wurde auf unser Ersuchen von Herrn Lindgren namentlich wegen seines hohen Titangehaltes mikroskopisch geprüft.

Herr Lindgren berichtet darüber: »Es ist ein dunkelbrauner, ungewöhnlich dunkel gefärbter, anscheinend einaxiger Biotit; frei von Einschlüssen und namentlich, so weit bestimmt werden konnte, frei von irgendwelchen Titanmineralien.« Titan ist also ein Bestandtheil dieses Glimmers.

Die Einwirkung des trockenen Chlorwasserstoffgases auf diese Glimmer bei einer Temperatur von 383°—412° war sehr gering. Im Folgenden sind die diesbezüglichen Daten gegeben.

	Burgess:	Edwards:	Port Henry:
Wie viel Stunden erhitzt?	**12**	**20**	**33**
MgO in Chlorid übergeführt	0,40	1,00	Spur
R_2O_3 - - -	—	0,21	0,44
SiO_2 in Lösung gebracht	—	0,13	—

Bei der Behandlung des Port Henry-Glimmers mit trockenem Chlorwasserstoffe verflüchtigte sich etwas Eisen als Chlorid. Eine quantitative Bestimmung ergab, dass das gesammte Eisen, welches in Chlorid übergeführt wurde, als Eisenoxydul berechnet nur 1,62 % betrug.

Als der Phlogopit von Edwards bei 498°—527° 18 Stunden mit trocke-

nem Chlorwasserstoffe behandelt wurde, wurden 1,41% Magnesia in Chlorid übergeführt. Diese Menge steht möglicherweise im Zusammenhange mit der Formel des Minerals. Wässerige Salzsäure zersetzt alle drei Glimmer vollständig. Daraus folgt, dass der Burgess-Phlogopit sehr wenig Turmalin enthält, denn dieses Silicat ist unlöslich in Salzsäure. Dieses Verhalten der Glimmer gegenüber Salzsäure verhindert uns auch, in ihnen die Beimischung eines Muscovitmoleküls anzunehmen, denn auch Muscovit ist unlöslich in Salzsäure.

Ein sorgfältiger Vergleich der beiden Phlogopite ergab, dass die fluorhaltige Varietät viel widerstandsfähiger gegenüber Säuren ist, als das seltenere fluorfreie Mineral; dieses Verhalten wiederholt sich auch bei der Behandlung mit gasförmiger Salzsäure. Werden die beiden Varietäten gleichzeitig auf dem Wasserbade mit Salzsäure digerirt, so wird der Phlogopit von Edwards viel rascher zersetzt, als der Glimmer von Burgess.

Nach sehr langem Glühen blieben sowohl der Phlogopit von Edwards, als auch der Port Henry-Glimmer vollkommen durch wässerige Salzsäure zersetzbar. Eine Spaltung des Moleküls konnte also auf diese Weise nicht bestimmt werden. Der Phlogopit von Burgess jedoch zeigte eine wenn auch geringe Veränderung. Nach achtstündigem Glühen im Gebläse, Digestion mit Salzsäure (spec. Gew. 1,12) auf dem Wasserbade im Laufe von drei Tagen und Auskochen des Rückstandes mit Sodalösung hinterblieben 2,45% eines unlöslichen Rückstandes. Die Analyse desselben ergab:

SiO_2	30,94
R_2O_3	48,06
MgO	19,01
Alkalien	nicht bestimmt
	98,01

Diese Zahlen stimmen ganz gut auf die Formel $MgAl_2SiO_6$; ein Silicat dieser Zusammensetzung wäre ein mögliches Glied der Clintonitgruppe.

Aus den Analysen der Glimmer ergeben sich die weiter unten folgenden Molekularverhältnisse; zu bemerken ist, dass die Titansäure mit der Kieselsäure vereinigt und die Alkalien als Kaliumoxyd berechnet wurden; als Constitutionswasser ist bloss dasjenige angenommen, welches über 300° entweicht.

	Burgess:	Edwards:	Port Henry:
SiO_2	0,668	0,751	0,609
R_2O_3	0,169	0,110	0,177
RO	0,669	0,736	0,464
K_2O	0,116	0,098	0,094
H_2O	0,110	0,258	0,187
F	0,118	—	0,018

Daraus leiten sich folgende empirische Formeln ab:

Burgess	$17R_2O_3$	$67RO$	$12K_2O$	$11H_2O$	$67SiO_2$	$12F$
Edwards	$11R_2O_3$	$74RO$	$10K_2O$	$26H_2O$	$75SiO_2$	
Port Henry	$18R_2O_3$	$46RO$	$9K_2O$	$19H_2O$	$61SiO_2$	$2F$.

Bringt man die dem Fluor äquivalente Menge Sauerstoff in Abzug, so erhält man:

Burgess	$R_{34}''' \ R_{67}'' \ K_{24} \ H_{22} \ Si_{67} \ O_{269} \ F_{12}$
Edwards	$R_{22}''' \ R_{74}'' \ K_{20} \ H_{52} \ Si_{75} \ O_{293}$
Port Henry	$R_{36}''' \ R_{46}'' \ K_{18} \ H_{38} \ Si_{61} \ O_{249} \ F_2$.

In allen diesen Formeln sind Kieselsäure und Sauerstoff in beinahe dem genauen Orthokieselsäure-Verhältniss zugegen; aber um diese Formeln weiter zu besprechen, ist es nöthig, auf die Theorie der Glimmergruppe, die wir schon früher erwähnt haben, zurückzukommen. Auf Grund dieser Theorie sollten alle diese Salze Substitutionsproducte des normalen Aluminiumorthosilicates sein; von dem letzteren leiten sich die bekannteren Glimmer in folgender Weise ab:

Normales Orthosilicat	$Al_4 \ (SiO_4)_3$
Muscovit	$Al_3 \ (SiO_4)_3 \ KH_2$
Normaler Biotit	$Al_2 \ (SiO_4)_3 \ Mg_2 \ R_2'$
Normaler Phlogopit	$Al \ (SiO_4)_3 \ Mg_3 \ R_3'$.

Wenn wir diese Formeln auf den Ausdruck anwenden, den wir oben für den Phlogopit von Burgess gegeben haben, und wenn wir Fluor als in der Gruppe — Mg — F zugegen ansehen, so haben wir für die Zusammensetzung dieses Minerals

$$Al\,(SiO_4)_3\,Mg_3\,KH_2 + Al_2\,(SiO_4)_3\,Mg_3\,K(Mg\,F)$$

und zwar beide Moleküle gemischt im Verhältniss von 1 : 1.

Rechnen wir die ursprüngliche Analyse des Phlogopit von Burgess auf 100 % um, vereinigen wir TiO_2 mit SiO_2, Fe_2O_3 mit Al_2O_3, FeO und BaO mit MgO und Na_2O mit K_2O, so erhalten wir folgenden Vergleich:

	Gefunden:	Berechnet:
SiO_2	41,04	41,09
Al_2O_3	17,59	17,46
MgO	27,39	27,39
K_2O	10,62	10,73
H_2O	2,03	2,07
F	2,29	2,17
	100,96	100,91
Minus O	0,96	0,91
	100,00	100,00

Die Resultate für den fluorfreien Phlogopit von Edwards sind weniger zufriedenstellend.

Seine Formel, ein wenig zusammengezogen aus der, welche oben angegeben wurde, ist:

$$R_{22}''' R_{74}'' R_{72}' Si_{75} O_{293} ,$$

in welcher das Verhältniss zwischen R''' und Si nahezu 1 : 3,5 ist.

In diesem Glimmer sind jedoch drei Atome Magnesium, entsprechend drei $— Mg — OH$, von trockenem Chlorwasserstoffe angreifbar. Wenn wir annehmen, dass dieses eine kleine Beimischung von blätterigem Serpentin andeutet, und dementsprechend einen Abzug machen, so hinterbleibt $Al_{22} Mg_{65} H_{40} K_{20} Si_{69} O_{266}$; diese Formel zusammengezogen entspricht fast genau dem Ausdrucke $Al(SiO_4)_3 Mg_3 KH_2$, d. h. einem normalen Phlogopit.

Da der Phlogopit von Edwards in einer Talkgrube gefunden wurde, glaubten wir zuerst, dass die besprochenen Anomalien beigemengtem Talke zuzuschreiben seien; seine vollkommene Löslichkeit in Salzsäure jedoch zeigte, dass diese Voraussetzung unrichtig sei. Wenn unsere Glimmertheorie die richtige ist, dann muss dieses Mineral eine geringe Beimengung eines fremden Materials enthalten; und ein Serpentin- oder Chloritmolekül ist die wahrscheinlichste Beimengung.

Im Port Henry-Glimmer sind die Molekularverhältnisse vollkommen einfach. Die Formel $R_{38}''' R_{46}'' K_{18} H_{38} (SiO_4)_6$, $O_5 F_2$, lässt sich leicht als eine Mischung der drei typischen Moleküle

$$Al_2 (SiO_4)_3 Fe_2'' KH ,$$
$$Fe_2''' (SiO_4)_3 Fe_2'' KH ,$$
$$Al (SiO_4)_3 Mg_3 KH_2 , \text{ im Verhältniss von } 2 : 1 : 1$$

berechnen, wenn man vom kleinen Ueberschusse an Sauerstoff und Fluor absieht. Die procentische Zusammensetzung eines derartigen Gemenges kommt sehr nahe den gefundenen Werthen, welche wie gewöhnlich auf 100 % umgerechnet sind.

	Gefunden:	Berechnet:
SiO_2	37,02	37,41
Al_2O_3	13,39	13,34
Fe_2O_3	7,90	8,34
FeO	22,56	22,51
MgO	6,30	6,26
K_2O	9,08	9,79
H_2O	3,75	2,35
	100,00	100,00

Hier jedoch ist das theoretisch gefundene Wasser zu niedrig und das Kaliumoxyd zu hoch; beide Werthe ausserhalb der erlaubten Fehlergrenze. Ihre gegenseitige Ersetzbarkeit erklärt die kleine Abweichung nur theil-

weise; die Natur des Minerals jedoch deutet auf einen kleinen Ueberschuss von Wasser, da Anzeichen von beginnender Verwitterung wahrnehmbar waren. Im Ganzen jedoch ist die Uebereinstimmung zwischen Analyse und Theorie bemerkenswerth nahe.

6. Die Vermiculite.

In dieser interessanten Gruppe wurden zwei Beispiele studirt: der wohlbekannte, typische Jefferisit von Westchester, Pennsylvania, und der Kerrit von Franklin, Macon County, North Carolina. Der letztere, den wir der Güte des Herrn Professor F. A. Genth verdanken, war ein Theil seines ursprünglichen Analysenmaterials, und die Analyse stimmt gut mit derjenigen Chatard's überein. Im Folgenden sind die Analysen des lufttrockenen Materials gegeben.

	Jefferisit:	Kerrit:
SiO_2	34,20	38,13
Al_2O_3	16,58	11,22
Fe_2O_3	7,41	2,28
FeO	1,13	0,18
NiO	—	0,48
CoO	—	Spur
MgO	20,41	27,39
H_2O (Glühverl.)	21,14	20,47
	100,87	100,15
H_2O über H_2SO_4	10,56	9,62
- bei 105°	—	0,24
- - 250°—300°	4,20	4,10
- - Rothgluth	6,18	6,27
- - Weissgluth	0,20	0,24

In diesen beiden Silicaten zerfällt das Wasser in drei scharf definirte Theile: sehr lose gebundenes Wasser, welches über Schwefelsäure entweicht, Krystallwasser unter 300° entweichend und endlich Constitutionswasser.

Trockenes Chlorwasserstoffgas griff den Jefferisit und Kerrit wenig an. Bei einer Temperatur von 383°—412° verlief die Einwirkug wie folgt:

	Jefferisit:	Kerrit:
Wie viel Stunden erhitzt?	82	82
MgO in Chlorid übergeführt	3,98	3,16
R_2O_3 - - -	1,38	0,09

Wässerige Salzsäure zersetzte beide Vermiculite leicht und vollständig. Durch Glühen und, im Falle des Kerrits, durch Schmelzen, wurden sie in

einen säurelöslichen und einen säureunlöslichen Theil gespalten. Nach dem Schmelzen extrahirte wässerige Salzsäure aus dem Kerrit bloss 10,64 % Magnesia und 3,75 % Sesquioxyde; weitere Daten konnten jedoch nicht erhalten werden wegen Materialmangels. Der Jefferisit gab nach starkem Glühen und darauf folgendem Digeriren mit Salzsäure vom spec. Gew. 1,12 auf dem Wasserbade im Laufe von drei Tagen 51,08 % eines unlöslichen Rückstandes. Kochende Sodalösung löste aus demselben 21,54 % Kieselsäure mit Hinterlassung von 29,54 % eines unzersetzten Silicates. Die Analyse des letzteren ergab:

SiO_2	45,08
Al_2O_3	22,82
Fe_2O_3	10,01
MgO	21,48
	99,39

Daraus berechnet sich das Molekularverhältniss: $SiO_2 : R_2O_3 : MgO = 75 : 29 : 54$, welches nahezu einem Gemenge von Al_2SiO_5 mit $Mg_2Si_2O_6$ entspricht. Was die wahre Natur dieses Rückstandes anbetrifft, so betrachten wir die eben gegebene Andeutung bloss als eine Möglichkeit. Positive Kenntniss dieses Rückstandes fehlt noch. Wir können jedoch noch hinzufügen, dass die Vermiculite Verwitterungsproducte der Glimmer sind und dass bei ihrer Metamorphose Disthen, Fibrolith und Andalusit auf natürlichem Wege entstehen können. Vom geologischen Standpunkte verdient die angedeutete Möglichkeit eine nähere Betrachtung.

Aus den beiden Analysen lassen sich folgende Molekularverhältnisse ableiten:

	Jefferisit:	Kerrit:
SiO_2	0,570	0,635
R_2O_3	0,209	0,124
RO	0,526	0,694
H_2O über H_2SO_4	0,587	0,524
- bei 250°—300°	0,233	0,226
- Constitutionsw.	0,355	0,363

Diese Zahlen entsprechen den empirischen Formeln:

Jefferisit $R_{42}''' R_{53}'' H_{70} Si_{57} O_{265} + 82H_2O$,
Kerrit $R_{24}''' R_{69}'' H_{72} Si_{63} O_{267} + 75H_2O$.

Trockener Chlorwasserstoff führt zehn Atome Magnesium im Jefferisit in Chlorid über und im Kerrit acht Atome. Nehmen wir an, dass diese Mengen der Atomgruppe $-Mg-OH$ entsprechen, so erhalten wir

Jefferisit $R_{42}''' R_{43}'' (MgOH)_{10} H_{60} (SiO_4)_{57} O_{27} + 82H_2O$,
Kerrit $R_{24}''' R_{61}'' (MgOH)_8 H_{64} (SiO_4)_{63} O_7 + 75H_2O$.

Für den kleinen Ueberschuss an Sauerstoff in diesen Formeln muss eine Erklärung gefunden werden. Es ist jedoch unthunlich, diesen Sauerstoff als die Gruppe AlO bildend anzusehen, denn in diesem Falle würde der Rest der Aluminiumatome weniger als ein Drittel der Kieselsäuregruppen ausmachen, was mit der Glimmertheorie nicht vereinbar ist. Die einfachste Erklärung ist die folgende: In der Clintonitgruppe scheint die allgemeine Formel

$$R''' \begin{cases} O \\ O \end{cases} > R'' \quad \diagdown SiO_4 \equiv R_3'$$

anwendbar zu sein.

Wenn wir den Ueberschuss an Sauerstoff in den beiden Vermiculiten Molekülen dieses Charakters zutheilen, so erhält man für die Zusammensetzung der beiden Mineralien sehr einfache Ausdrücke, von denen der eine ein normaler Hydroglimmer ist. Im Jefferisit haben wir annähernd

$$AlO_2 Mg SiO_4 R_3' . 3H_2O + Al_2 (SiO_4)_3 Mg_2 H_2 . 3H_2O$$

oder eine Mischung eines Hydroclintonits und eines Hydrobiotits in gleichem Verhältnisse; hier sind die Alkalien durch Wasserstoff ersetzt und ein Theil von R', ungefähr ein Drittel, besteht aus — Mg — OH.

Am meisten Ungewissheit besteht bezüglich des lose gebundenen Wassers, welches wahrscheinlich analog dem Wasser im Laumontit ist. Zwei Drittel der $3H_2O$ gehören diesem Typus an; das dritte Molekül entweicht unterhalb 300°.

Rechnen wir die Basen unserer Analyse in Aluminiumoxyd und Magnesiumoxyd um, so erhalten wir folgenden Vergleich mit der aufgestellten Formel:

	Gefunden:	Berechnet:
SiO_2	34,97	34,00
Al_2O_3	21,91	21,67
MgO	21,51	22,67
H_2O (Constitutionsw.)	6,52	6,37
H_2O 250°—300°	4,30	5,10
H_2O über H_2SO_4	10,79	10,19
	100,00	100,00

Die Uebereinstimmung ist in diesem Falle weniger vollkommen, als in früheren Fällen; die Ursachen liegen jedoch auf der Hand. Erstens ist die Unsicherheit bezüglich des Wassers schon erwähnt worden. Zweitens ist das wirkliche Verhältniss zwischen den Clintonit- und Biotitmolekülen, wenn von der empirischen Formel abgeleitet, nicht 1 : 1, sondern 13 : 15. Endlich beträgt die Menge des gefundenen — Mg — OH ein Geringes weniger als ein Drittel R_3'. Immerhin, wenn wir die Natur des Minerals be-

rücksichtigen, ist die Uebereinstimmung zwischen Analyse und Theorie so nahe, als nur erwartet werden konnte.

Für den Kerrit wird die Formel, wenn wir die einwerthigen Factoren vereinigen,

$$R_{24}''' R_{61}'' R_{72}' (SiO_4)_{63} O_{71} . 75H_2O,$$

was äquivalent ist dem Ausdrucke

$$AlO_2 MgSiO_4 R_3'. 3H_2O + Al(SiO_4)_3 Mg_3 H_3 . 3H_2O .$$

Hier sind beide Moleküle im Verhältnisse von 1 : 5 gemengt und zwei Drittel von R_3' sind durch $MgOH$ dargestellt. Der zweite Ausdruck in diesem Gemische ist ein wasserhaltiger Phlogopit; und wiederum haben wir hier drei Moleküle Wasser, von denen zwei nur lose gebunden sind, das dritte aber stärker.

In diesem Falle können wir die Analyse mit der oben gegebenen Formel und mit derjenigen des wasserhaltigen Phlogopits gesondert genommen vergleichen, indem wir die Basen in Aluminiumsesquioxyd und Magnesiumoxyd und auf 100 % umrechnen.

	Gefunden:	Nach der oben gegebenen Formel berechnet:	Berechnet als Hydrophlogopit:
SiO_2	38,51	38,83	41,66
Al_2O_3	12,79	12,38	11,84
MgO	28,02	29,12	27,77
H_2O (Constitutionsw.)	6,61	6,55	6,25
H_2O bei 250°—300°	4,35	4,37	4,16
H_2O über H_2SO_4	9,72	8,75	8,32
	100,00	100,00	100,00

Dieser Vergleich, welcher im Ganzen zufriedenstellend ist, zeigt klar, dass der Kerrit wesentlich ein Phlogopit mit drei Molekülen Wasser ist, dessen Alkalien durch Wasserstoff ersetzt sind. Die Analogien zwischen Kerrit und Jefferisit liegen auf der Hand, namentlich die Bindung des in ihnen vorhandenen Wassers; über Schwefelsäure getrocknet verlieren beide Silicate je zwei Moleküle Wasser. Es ist unsere Absicht, verschiedene andere Vermiculite in Bälde zu untersuchen und wir glauben, es wird leicht sein, ihre Constitution mit Hülfe der schon gewonnenen Resultate zu erklären.

Schlussbetrachtungen.

Im Vorhergehenden haben wir endgültig gezeigt, dass trockenes Chlorwasserstoffgas und wässerige Salzsäure einen grossen Unterschied in ihrem Verhalten gegenüber den Magnesiasilicaten zeigen. Wir haben uns auch bemüht nachzuweisen, dass in dieser Gruppe von Silicaten Chlorwasserstoffgas nur denjenigen Theil des Magnesiums angreift, welcher in

der einwerthigen Gruppe — *Mg* — *OH* vorhanden ist; und obgleich die Beweisführung bei weitem noch nicht vollständig ist, so spricht doch die Gesammtheit der von uns gefundenen Thatsachen zu Gunsten unserer Ansicht. In erster Linie wird Olivin, welcher kein Hydroxyl enthalten kann, so gut wie gar nicht von trockenem Chlorwasserstoffgase innerhalb der Temperaturen, die wir angewandt haben, angegriffen. Zweitens wird Serpentin, welcher — *Mg* — *OH* enthalten muss, proportional dem Ueberschusse an Sauerstoff über das Orthokieselsäureverhältniss angegriffen. Freilich sind die gewonnenen Resultate nur Annäherungen an quantitative Genauigkeit; doch sind sie gleichmässig genug, um die Schlussfolgerungen, die wir gezogen haben, zu gestatten. Endlich verhält sich Ripidolith wie Serpentin und giebt eine analoge Formel; die Glimmer hingegen, welche wahrscheinlich so gut wie kein hydroxylirtes Magnesium enthalten, werden nur oberflächlich vom Chlorwasserstoffgase angegriffen.

Nicht alle wasserhaltigen Silicate sind gleich in ihrem Verhalten gegenüber trockenem Chlorwasserstoffgase, und nur diejenigen werden von demselben angegriffen, in welchen man guten Grund hat, die Gegenwart der basischen Gruppe — *Mg* — *OH* anzunehmen.

Im Laufe der Untersuchung begegneten uns einige Fragen analytischer Natur, die wir experimenteller Prüfung unterworfen haben. Zum Beispiel: Wird nicht Magnesiumoxychlorid bei der Einwirkung von trockenem Chlorwasserstoffe auf Magnesiumsilicate gebildet? Bei der Analyse des in Lösung gegangenen Theiles würde nämlich das Magnesiumoxychlorid nicht bestimmt werden können, da es in Wasser unlöslich ist.

Um diese Frage zu beantworten, wurden die Rückstände, die nach dem Auslaugen mit Wasser hinterblieben, in mehreren Fällen untersucht und so gut wie frei von Chlor gefunden. Die Spuren, welche gefunden wurden, waren nicht genügend, um unsere Resultate zu beeinflussen. — In einem anderen Versuche erhitzten wir präcipitirtes und geglühtes Magnesiumoxyd im trockenen Chlorwasserstoffstrome auf 498°—527°. Wir konnten constatiren, dass dasselbe fast quantitativ in Chlorid übergeführt worden war. Dadurch ist auch die Beständigkeit des letzteren in Gegenwart von trockenem Chlorwasserstoffe bei einer hohen Temperatur erwiesen. Es wurden 94,13 % des berechneten Chlors vom Magnesiumoxyd aufgenommen; dieses beweist zur Genüge, dass die Möglichkeit der Bildung von Oxychloriden bei unseren Versuchen ausser Acht gelassen werden kann.

Aehnliche Versuche jedoch mit Brucit gaben anscheinend anomale Resultate. Das untersuchte Material war ein typischer Brucit von Texas, Lancaster County, Pennsylvania, welcher zuerst analysirt wurde und dann einem Entwässerungsversuche unterworfen wurde. Im Folgenden sind die erhaltenen Resultate gegeben:

MgO	67,97
FeO	nicht bestimmt
MnO	0,97
Fe_2O_3	0,39
H_2O	30,81
	100,14

Wasserverlust bei 105°			0,18 %
- - 250°			0,16
- - 383°—412° nach	2 Stunden		7,57
- - - - - weiteren	3 -		19,37
- - - - - - -	2 -		0,06
- - 498°—527° -	1 Stunde		0,23
- - - - -	1 -		—
- - Weissgluth			2,94

Der grössere Theil des Wassers also, neun Zehntel desselben, entweicht bei ungefähr 400°, jedoch ziemlich langsam. 28 Stunden im trockenen Chlorwasserstoffe auf 383°—412° erhitzt, hatte der Brucit noch nicht constantes Gewicht erreicht; hier wurde jedoch der Versuch unterbrochen und nur 10,33 % waren in Chlorid übergeführt worden, d. h. ein wenig mehr als ein Siebentel der Gesammtmenge. Mehrere andere Versuche bei Temperaturen, die von 200° bis 500° variirten, gaben ähnliche Resultate, alle niedrig, und in keinem Falle verband sich mehr als ein Fünftel des theoretisch berechneten Chlors mit dem Magnesium. Bei 498°—527° ging die Reaction am weitesten und die Einwirkung ging noch immer vor sich, aber sehr langsam, als wir den Versuch unterbrachen. In diesem Falle muss wohl der Brucit fast entwässert worden sein, doch das auf diese Weise gebildete Oxyd verhielt sich verschieden von dem gefällten Oxyde, welches vorher untersucht worden war. Möglicherweise ist der Unterschied physikalischen Ursachen zuzuschreiben, z. B. einem verschiedenen Grade der Compactheit des Materiales; doch ist es zweifelhaft, ob diese Voraussetzung das anomale Verhalten des Brucites erklären könnte. Wahrscheinlich geht die Entwässerung des Magnesiumhydroxydes Schritt für Schritt vor sich, in derselben Weise wie es mit anderen Hydroxyden geschieht, die von Carnelley und Walker*) untersucht worden sind; diese schrittweise Entwässerung ist von einer Polymerisation des Rückstandes begleitet. Ein Oxyd, welches auf diese Weise entstanden ist, kann möglicherweise widerstandsfähiger sein als das präcipitirte Oxyd; auf jeden Fall sind beide Oxyde nicht nothwendigerweise identisch. Ob diese Daten irgend einen Bezug auf unsere Magnesiasilicatuntersuchung haben, können wir kaum genügend

*) Journ. Chem. Soc. 1888, **53**, 59.

beantworten. Auf jeden Fall besteht ein bedeutender Unterschied zwischen Magnesium, welches vollständig oder nur halb mit Hydroxyl gesättigt ist, und Polymerisation, wie wir sie oben erwähnt haben, könnte kaum mit einem Silicatreste vor sich gehen. Im Ganzen neigen wir uns der Ansicht zu, dass die Gruppe $-Mg-OH$ in einem Silicate weniger Stabilität gegenüber Chlorwasserstoffgas besitzt, als die Verbindung $Mg(OH)_2$; doch muss dieses noch bewiesen werden. Wir hoffen, diese Untersuchungsmethode an anderen Silicaten zu erproben; und wir hegen die Zuversicht, dass die Resultate, welche wir bis jetzt erhalten haben, Werth besitzen, ganz unabhängig von unseren Schlüssen.

Laboratorium des U. S. Geological Survey, Washington, D. C.

XXI. Auszüge.

1. J. Lemberg (in Dorpat): **Zur Kenntniss der Bildung und Umbildung von Silicaten** (Zeitschr. d. d. geolog. Gesellsch. 1887, **39**, 559—600).

I. Bei der Behandlung von Kaolin mit Alkali-, namentlich aber Natronsilicat, vereinigt sich derselbe, wie Verf. bereits früher fand, mit letzterem zu Zeolith-artigen Verbindungen. Neu angestellte Versuche ergaben, dass die sich bildenden Zeolithe mit aller Wahrscheinlichkeit der Analcimreihe angehören und durch KCl-Lösung in die entsprechenden Glieder der wasserfreien Leucitreihe übergeführt werden.

Versuche: Kaolin von Karlsbad wird durch 190stündiges Behandeln mit 15 % Na_2OSiO_2-Lösung [auf 1 Mol. Kaolin $1\frac{1}{2}$ Mol. $Na_2O.nSiO_2$, $n = 1, 2, 2\frac{1}{2}, 3, 4$] bei 200°—220° in radialfaserige Körnchen des Zeoliths umgewandelt; dieser letztere tauscht durch weiteres 100stündiges Behandeln mit KCl-Lösung sein gesammtes Natron gegen Kali aus und wird in den Leucit übergeführt.

Die Einwirkung verläuft nicht glatt, namentlich nicht bei Kalisilicat, so dass weitere Untersuchungen mit veränderten Bedingungen der Temperatur und Concentration der Lösung angestellt werden müssen.

Nach diesen Versuchen hat die Menge von Analcim, welche bisweilen in stark zersetzten Gesteinen auftritt, nichts Auffallendes, wohl aber die Erscheinung, dass in der Natur sich stets nur ein Glied der Analcimreihe [$Al_2O_3 : SiO_2 = 1 : 4$] findet. Vielleicht ist es eben das beständigste und sind deshalb die Bedingungen seiner Bildung die häufigsten. SiO_2-reichere Analcime geben an alkalische Lösung leicht einen Theil der SiO_2 ab, die basischen nehmen dagegen leicht SiO_2 auf oder verbinden sich mit Na_2CO_3 zu Cancrinit (s. S. 420).

Der Grund für die Existenz nur eines Leucits liegt vielleicht, wie Verf. schon früher ausgesprochen (diese Zeitschr. **18**, 170 unter 28.), in dessen Beständigkeit bei hoher Temperatur, während solche von anderem SiO_2-Gehalte dabei in Orthoklas und gewöhnlichen Leucit zerfallen. Hautefeuille erhielt mindestens bei dem Versuche Kali-Oligoklas darzustellen ein Silicat, welches bei hoher Temperatur leicht in genannte beiden Bestandtheile zerfiel. Vielleicht war dasselbe ein saurer (oder metamerer) Leucit.

Versuche, das basische Endglied der Analcimreihe $3(Al_2O_3.Na_2O\,2SiO_2) + 4H_2O$ darzustellen, gelangen nicht, sondern es wurden folgende Verbindungen erhalten.

Versuche: In 10 g Kaolin mit 4,8 g $NaOH$ in 30 g H_2O 190[h] bei 210° bis 220° behandelt, lieferten kleine, säulige Krystalle eines wasserhaltigen Silicates, welches mit KCl-Lösung nur unvollständig das Na gegen Ka austauscht,

dagegen mit K_2CO_3-Lösung [20 %, 190[h] bei 220°—230°] in das Silicat $K_2O.Al_2O_3.2SiO_2$ übergeht, welches, da es neben kleinen, schlecht entwickelten Säulen auch hexagonale Tafeln aufweist, wenigstens theilweise als Kalinephelin gedeutet werden dürfte.

II. Die gelungene Umwandlung des Kaolins in Zeolithe durch Alkalisilicate regte zu der Frage an, ob auch Alkalicarbonate ähnlich wirken, in welchem Falle Kohlensäure frei werden müsste.

$$2H_2O, Al_2O_3\ 2SiO_2 + K_2CO_3 = K_2O\ Al_2O_3\ 2SiO_2 + 2H_2O + CO_2.$$

Versuche: 1 Mol. Kaolin wird während 200[h] bei 220° mit folgenden Lösungen behandelt: 1) mit 3 Mol. K_2CO_3 (30 %) und 2) mit 5 Mol. im Krystallwasser geschmolzenen $Na_2CO_3.10H_2O$. Im ersten Falle bilden sich, neben amorphen Verbindungen, schlecht entwickelte Tafeln von Ka-Nephelin; im anderen Falle ein sehr feinpulveriger Cancrinit und zwar in beiden Fällen unter Entwicklung von Kohlensäure.

Diese Versuche sind nach dem Verf. geeignet, die Ursachen der natürlichen Kohlensäurequellen aufzuhellen, indem sie darthun, dass auch der basische Kaolin bei verhältnissmässig niedriger Temperatur Alkalicarbonate zerlegt. Die Rückbildung von Kaolin zu Thonerde-Alkalisilicat kann auch ohne unmittelbaren Zutritt von Alkalicarbonat erfolgen, wie ein nicht ganz hinreichend gelungener Versuch des Verfs. zeigt. Enthält nämlich der Kaolin $CaCO_3$ beigemengt und tritt heisse $NaCl(KCl)$-Lösung hinzu, so bildet sich $CaCl_2$ und Na_2CO_3, welch' letzteres sich mit Kaolin so umsetzt, dass neben Cancrinit auch Sodalith gebildet wird; enthält aber der Kaolin wie gewöhnlich noch Quarz beigemengt, so bildet sich noch $Na_2O.nSiO_2$, durch welches der Kaolin in Analcim und das Eisenhydroxyd, wie frühere Versuche zeigten, in ein Akmit-ähnliches Mineral umgewandelt wird. Dem Verf. dünkt es daher auch nicht unwahrscheinlich, dass die oft vergesellschafteten: Cancrinit, Eudnophit und Akmit auf diesem Wege sich gebildet haben.

III. Eine Reihe Versuche des Verfs. bezwecken mittelst einfacher Substitution Zeolithe aus den Feldspäthen zu erhalten, um eine Stütze für seine Ansicht*) zu gewinnen, dass die Zeolithe nur Hydrate der Feldspäthe sind.

Versuche: Labrador von Helsingfors (Finnland) während 390[h] bei 210° bis 215° mit 18 %, durch KCl gesättigter, K_2CO_3-Lösung erhitzt, liefert ein Silicat von derselben Zusammensetzung wie die schon früher aus Herschelit und Phillipsit erhaltenen Kalisubstitutionsproducte und wird wie diese in denselben Analcim und Leucit übergeführt. Durch 20tägiges Behandeln mit $NaCl$-Lösung wird fast alles K_2O gegen Na_2O ausgetauscht und das so erhaltene Product durch 100stündiges Behandeln mit einer Lösung von 5 % Na_2CO_3 und 15 % $NaCl$ bei 200°—210° in Analcim übergeführt. [Verf. bezeichnet dies Verfahren kurz als »analcimisirt«]. Der letztere wurde durch 100[h] Behandeln bei 210° mit KCl-Lösung in den Leucit umgewandelt. Analcim und Leucit sind dieselben wie die früher aus den oben genannten Kalisubstitutionsproducten erhaltenen.

Directe Umwandlung des Labradors in Analcim, mit 15 % Na_2CO_3-Lösung bei 215° während 324[h], verlief nicht glatt; unter SiO_2-Austritt hatte sich auch etwas Cancrinit gebildet (s. später), welcher durch KCl nicht in einen Leucit, sondern in H_2O-reicheres Kalisilicat umgewandelt wird.

---

*) Diese Zeitschr. **13**, 170 unter 29.

Geschmolzener Labrador ergab mit K_2CO_3-Lösung bei 200° ein genau gleiches Verhalten wie der natürliche. — Durch 7monatliche Behandlung mit 20 % K_2CO_3-Lösung bei 100° wandelt er sich in H_2O-reicheres Silicat um, welches mit $NaCl$ sein Ka gegen Na austauscht und beim »analcimisiren« Würfel liefert. Natürlicher Labrador wandelt sich unter denselben Umständen sehr langsam um.

Andesin von Pojo-skaven in Finnland von der Zusammensetzung SiO_2 59,65, Al_2O_3 25,32, CaO 6,22, Na_2O 7,45, K_2O 0,93, H_2O 0,43 = 100, ging mit 8 % Na_2CO_3 bei 210° in 396^h in den normalen, eckig-körnigen Analcim über und dieser durch KCl-Lösung bei 200° in den Leucit. Diese Umwandlung des Andesins in den normalen Analcim kann als Stütze dafür betrachtet werden, dass letzterem Minerale eine feldspathähnliche Constitution zukommt und es aus gleichen Molekülen eines sauren und eines basischen Endgliedes zusammengesetzt ist.

Auch durch Behandeln mit 10 %iger, durch KCl gesättigter K_2CO_3-Lösung wandelt sich derselbe Andesin unter geringer SiO_2-Abspaltung bei 210° (in 983^h) zu einem Silicat um, welches analcimisirt und in den Leucit übergeführt werden konnte.

Wird geschmolzener Andesin behandelt:

a. unter denselben Umständen wie eben genannt, so erfolgt die Umwandlung viel rascher, nämlich schon in 198^h. Das gebildete Kalisilicat ist aber wasserreicher, als das aus dem natürlichen Andesin entstandene, jedoch wie sein Umsetzungsproduct mit $NaCl$ (18 Tage 200°) wohl übereinstimmend mit den schon früher (diese Zeitschr. **18**, 167 unter 16.) aus geschmolzenem Analcim, Leonhardtit und Laumontit erhaltenen.

b. mit 15 % K_2CO_3-Lösung (100°, 2½ Monate), so geht er in ein noch wasserreicheres Silicat über, das wie sein Umsetzungsproduct mit $NaCl$ (10 Tage 100°) wohl übereinstimmend ist mit den früher aus geschmolzenem Analcim und aus Chabasit dargestellten Verbindungen und welche, wie die unter a. in Analcim und Leucit übergeführt werden. Analcim und Andesin verhalten sich demnach nach dem Schmelzen gegen Alkalicarbonatlösung gleich.

Oligoklas von Ytterby von der Zusammensetzung: SiO_2 63,38, Al_2O_3 22,98, CaO 3,62, Na_2O 9,10, K_2O 0,55, H_2O 0,37 = 100, wird von Na_2CO_3-Lösung (8 %, 220°, 780^h) nur sehr langsam verändert, war aber unter starker Abspaltung von SiO_2 in runde Körner des normalen Analcim übergegangen, welcher selbst wieder durch KCl (100^h, 200°) in den Leucit übergeführt wurde.

Wie sich die Umsetzung bei den Kieselsäure-reichsten Plagioklasen gestaltet, konnte nicht entschieden werden, Mangels einer Methode, bei welcher eine starke SiO_2-Abspaltung vermieden wird.

Anorthit geht bei der Behandlung mit K_2CO_3-Lösung bei 200° in das Silicat $K_2O . Al_2O_3 . 2SiO_2$ über, wie der Verf. schon früher fand. Ein neuerer Versuch mit geänderten Bedingungen ergab mangelnden Materiales wegen kein genügendes Resultat.

Die obigen Versuche lassen Folgendes schliessen: Mit Na_2CO_3-Lösung bei 200° gehen die Feldspäthe in Analcime über und zwar um so langsamer, je SiO_2-reicher sie sind; während Anorthit nach früheren Versuchen in ein Cancrinitartiges Silicat übergeht.

Geschmolzene Feldspäthe geben mit K_2CO_3-Lösung bei 100° Verbindungen, die den aus der Chabasitreihe dargestellten ähnlich sind; bei 200° dagegen solche, wie sie aus Phillipsit, Leonhardit und geschmolzenem Analcim erhalten wurden.

Möglicherweise stehen die Feldspäthe zu den entsprechenden Zeolithen in einem ähnlichen Verhältnisse, wie die verschiedenen Metaphosphorsäuren zu einander.

IV. Einige mit Skapolith ausgeführte Versuche zeigen, dass derselbe bei Behandlung mit denselben Lösungen wesentlich die gleichen Zeolithe liefert, wie die Feldspäthe, dass also beide bezüglich ihrer chemischen Structur sehr nahe stehen.

Skapolith von Ersby (Zusammensetzung: SiO_2 49,30, Al_2O_3 26,99, CaO 15,59, K_2O 0,69, Na_2O 3,48, $NaCl$ 1,35, H_2O 0,66 = 98,06) wurde 195^h mit K_2CO_3-Lösung (18 %) bei 215°—220° behandelt und der gesammte Kalk- und Natrongehalt gegen Kali ausgetauscht. Die entstehenden Körnchen und kleinen, schlecht entwickelten Säulen wurden 10 Tage mit $NaCl$-Lösung bei 100° und das Product 390^h mit Na_2SO_4-Lösung (10 %) bei 215°—220° behandelt; der Austausch des Ka durch Na ist ein vollständiger und es resultirt ein feinpulveriges Silicat, wahrscheinlich ein basischer Analcim, welcher durch KCl-Lösung bei 200° in den entsprechenden Leucit übergeführt wird, wobei jedoch etwas KOH vom Silicat abgespalten wird.

Durch Behandeln obigen Analcims mit Na_2CO_3-Lösung (18 %) während 165^h bei 210°—215° wird unter SiO_2-Abspaltung ein in feinen Säulen krystallisirter Cancrinit gebildet, welcher jedoch noch unverändertes Silicat beigemengt enthält.

Derselbe Skapolith wurde direct während 956^h bei 210°—220° mit Na_2SO_4-Lösung (10 %) behandelt, wobei ein mit dem obigen Analcim übereinstimmendes Silicat erhalten wurde, welches durch Behandeln mit KCl-Lösung (100^h) in Leucit übergeführt wird, wobei sich gleichfalls etwas KOH vom Silicat abspaltet.

Bei Behandlung des Skapoliths mit Na_2CO_3-Lösung (460^h, 210°—220°, 16 %) wird eine bedeutende Menge SiO_2 abgespalten. Der Austausch des Kalkes gegen Natron war nach 360^h beendet. Der gebildete Cancrinit besteht aus sehr feinen, meist zu Stengeln zusammengefügten Säulen; er gelatinirt mit HCl. Ein geringer Kalkgehalt gehört zur Constitution und kann nicht von unzersetztem Skapolith herrühren, welcher nur sehr langsam von HCl zersetzt wird; es hat sich also ein Kalknatroncancrinit gebildet. Der SiO_2-reiche Cancrinit enthält 2 Moleküle Al_2O_3 auf 1 CO_2.

Skapolith von St. Lawrence (Zusammensetzung: SiO_2 55,04, Al_2O_3 23,62, CaO 9,38, K_2O 0,73, Na_2O 6,29, $NaCl$ 3,69, H_2O 0,28 = 99,03) wurde 297^h mit Na_2CO_3-Lösung (8 %) bei 215° behandelt; unter geringer SiO_2-Abspaltung bildete sich der normale, in unregelmässigen Körnern auftretende Analcim, welcher durch 100^h Behandlung mit KCl-Lösung das Natron austauscht und in den Leucit übergeht.

Durch Behandeln mit K_2CO_3-Lösung (10 %, 300^h bei 220°) entsteht ein Product ähnlich dem aus dem Andesin erhaltenen, welches durch fortgesetztes Behandeln mit K_2CO_3 wasserreicher wird, und welches in den Analcim und Leucit übergeführt wird.

Beim Schmelzen des Skapoliths findet eine Verflüchtigung einer kleinen Menge $NaCl$ statt, und das Product geht mit Alkalicarbonatlösung in wasserreichere Silicate über.

An diese Versuche knüpft der Verf. theoretische Betrachtungen über die Constitution der Skapolithe, sowie deren beiden Endglieder, Mejonit und Marialith, deren Constitution eine ähnliche sein soll, wie die der Sodalithmineralien. Mejonit wäre eine Verbindung von Anorthitmolekülen mit CaO, Marialith eine solche von Albitmolekülen mit $NaCl$, also ein SiO_2-reicher Sodalith. $NaCl$ im Marialith und

CaO im Mejonit spielen dieselbe chemische Rolle, sie sind Vertreter von Krystallwasser.

Die Skapolithe liefern eine weitere Bestätigung für die Erscheinung, dass Ca und Na viel häufiger in Silicaten zusammen auftreten als Ca und Ka; es spricht diese Thatsache, welche sicher auf keinem Zufall beruht, für eine Wahlverwandtschaft der Ca- und Na-Silicate.

Weitere Betrachtungen sind den Kalk-Natron-Feldspäthen gewidmet, deren Existenz gewöhnlich aus der Isomorphie von Albit und Anorthit hergeleitet, und die Formel des letzteren verdoppelt wird, um gleiche Atomzahl zu erhalten. Dies ist nach dem Verf. unnöthig, und erklärt nichts; isomorphe Körper brauchen nicht gleiche Atomzahl zu besitzen, ja Albit und Anorthit sind nicht einmal gleichartig construirt; vielmehr ist anzunehmen, dass dem Silicatmolekül die Eigenthümlichkeit zukommt, sich mit anderen verschieden constituirten Silicatmolekülen in wechselnden Mengen zu vereinigen.

Es wird weiter die Frage erörtert, wie in gemischten Plagioklasen (Skapolithen) die Mischung der Endglieder erfolgt, ob im Krystallmolekül, dieses also dieselbe Zusammensetzung hat wie der ganze Krystall, oder ob die Krystallmoleküle von den einzelnen Endgliedern gebildet werden. Die erstere Annahme erscheint dem Verf. als die wahrscheinlichere, weil 1) das chemische Verhalten des einen Endgliedes durch die Gegenwart des anderen beeinflusst wird und 2) die Mischung gegen chemische Agentien sich als Ganzes verhält. Anorthit (Mejonit) wird durch Säuren sehr rasch, Albit (Marialith) sehr langsam zerlegt. Die Zersetzungsgeschwindigkeit des Albit nimmt zu mit der Menge des legirten Anorthit, die des letzteren wird geringer, mit je mehr Albit er gemischt ist. Würde die zweite Annahme gemacht, so wäre zu erwarten, dass bei der Behandlung von Mischplagioklasen mit Säure die Anorthitsubstanz ungleich rascher gelöst wird, als die Albitsubstanz; statt dessen wird der Plagioklas und der Skapolith als Ganzes zerlegt. Aehnlich ist das Verhalten bei Einwirkung von Alkalicarbonatlösungen, die Anorthitsubstanz geht nicht, wie zu erwarten war, in einen Natron-Cancrinit und der Albit in ein Hydrat über, sondern das Ganze wird in Analcim umgewandelt.

V. Prehnit von Dumbarton von der Zusammensetzung: SiO_2 43,45, Al_2O_3 24,96 (incl. 1,16 Fe_2O_3), CaO 26,89, H_2O 4,70 = 100, geht durch Behandeln mit Kalicarbonat in ein zeolithartiges Silicat über, wobei nur die Hälfte des Kalkes im Prehnit durch Kali ersetzt wird. — Durch Behandeln mit Natroncarbonat wird ein Kalknatron-Cancrinit von derselben Zusammensetzung wie der aus dem Skapolith erhaltene gebildet.

VI. Skolezit von Island (SiO_2 45,94, Al_2O_3 25,73, CaO 14,10, Na_2O 0,23, H_2O 14,00 = 100) wurde durch Behandeln mit K_2CO_3-Lösung und des dadurch gebildeten Kalisilicates mit $NaCl$ bei 100° in einen Natrolith umgewandelt, welcher durch Behandeln mit $CaCl_2$ zum grössten Theile wieder in einen Skolezit zurückverwandelt werden kann.

Geschmolzener Skolezit setzte sich anders um. Durch K_2CO_3-Lösung bildet sich unter geringer SiO_2-Abspaltung ein Kalisilicat, ähnlich dem aus dem Skapolith von Ersby erhaltenen, welches durch weiter folgende Behandlung mit $NaCl$- und Na_2CO_3-Lösung in einen feinsäuligen Cancrinit übergeht, durch Behandeln mit $NaCl$- und Na_2SO_4-Lösung dagegen in einen in Würfeln krystallisirten Analcim umgewandelt wird. Dieser letztere geht durch KCl-Lösung unter geringer KOH-Abspaltung in einen Leucit über.

Wird das anfänglich erhaltene Kalisilicat mit $NaCl$-Lösung bei 100° und das Product abermals mit $NaCl$ bei 225° behandelt, so wird sämmtliches K_2O gegen Na_2O ausgetauscht und in Würfeln krystallisirter Analcim erhalten, der jedoch mit KCl nicht alles Natron austauschte.

Wird der zuerst genannte Analcim dagegen mit K_2CO_3-Lösung, welche mit KCl gesättigt ist, behandelt, so wird ein Silicat erhalten, welches mit dem gleich Anfangs erwähnten und aus geschmolzenem Skolezit erhaltenen übereinstimmt, ausser dass sich auffallenderweise noch KCl zum Silicat addirt hat.

VII. Natrolith von Leipa (SiO_2 46,95, Al_2O_3 27,07, Na_2O 16,29, H_2O 9,69 = 100), zu Glas geschmolzen und mit K_2CO_3-Lösung behandelt, geht in eine Kaliverbindung über, welche sich mit $NaCl$ und Na_2CO_3 nicht ganz glatt in Analcim umsetzt, neben dem auch noch ein $NaCl$-haltiges Silicat entstand. Das Gemenge geht durch Einwirkung von K_2CO_3-Lösung wieder in das zuerst erhaltene Kalisilicat über.

Der dem Natrolith entsprechende Analcim wurde erhalten, indem geschmolzener Natrolith durch Behandeln mit K_2CO_3-Lösung (1 Jahr, 100°, 20 %) in Kalisilicat übergeführt, durch $NaCl$ das Ka gegen Na ausgetauscht und das Natronsilicat zuletzt mit reinem Wasser erhitzt wurde; unter geringer $NaOH$-Abspaltung hatten sich vorwiegend Würfel gebildet.

Behandeln des geschmolzenen Natrolith mit Na_2CO_3-Lösung bei 100° und des Productes mit Wasser lieferte dasselbe Ergebniss wie der vorige Versuch, nur waren die Würfel schlechter entwickelt; durch Behandeln mit Na_2CO_3-Lösung bei 215° wurde der Analcim in einen feinsäuligen Cancrinit umgewandelt.

Geschmolzener Natrolith vom Hohentwiel ging durch Na_2CO_3-Lösung bei 215° in einen Cancrinit über.

Geschmolzener Skolezit und Natrolith scheinen demnach dieselben Umwandlungsproducte zu geben, wie der Skapolith von Ersby und der Prehnit, doch verlaufen die Umsetzungen wenig glatt und müssen erst bessere Methoden ausfindig gemacht werden, um sichere Ergebnisse zu liefern.

VIII. Thomsonit von Fassa wurde in einen Cancrinit umgewandelt. Das in der Absicht, den entsprechenden Analcim darzustellen, erhaltene Silicat kann nicht als Analcim angesehen werden, da es durch KCl-Lösung nicht in einen wasserfreien Leucit übergeht.

IX. Spodumen von Norwich wird durch Behandeln mit K_2CO_3-Lösung (215°, 10 %, 786h), welche mit KCl gesättigt war, unter theilweiser Abspaltung von SiO_2 in undeutlich krystallisirtes Kalisilicat umgewandelt, welches durch Erhitzen mit $Na_2CO_3 + NaCl$-Lösung (5 + 15 %, 210°—220°, 96h) analcimisirt wird.

Geschmolzener Spodumen setzt sich mit K_2CO_3 rascher um (diese Zeitschr. **18**, 170 unter 25.) und giebt ein wasserreicheres Product als der natürliche. Zur Rothgluth erhitzter, nicht geschmolzener Spodumen mit derselben Lösung wie oben behandelt, liefert unter theilweiser Abspaltung von SiO_2 ein Silicat, welches mit dem aus geschmolzenem Spodumen dargestellten übereinstimmt.

Es ist dies ein weiteres Beispiel für die Erscheinung, dass blosses Glühen ohne Schmelzen ein Silicat derart verändert, dass es sich mit Salzlösungen rascher und bisweilen anders umsetzt als das nicht geglühte Silicat. Verf. hat schon früher darauf hingewiesen, wie diese Eigenthümlichkeit der Silicate Anlass zur Bildung von Contactsäumen und Einschlüssen geben kann.

Die unmittelbare Umwandlung von Spodumen durch Na_2CO_3-Lösung in

einen Analcim erfolgt nur sehr langsam (1368[h]) und unter theilweiser Abspaltung von SiO_2.

Geschmolzener Spodumen bei 100° mit Ka_2CO_3-Lösung (20 %, 4 Monate) geht in ein wasserreiches Kalisilicat über, welches mit $NaCl$- und Na_2CO_3-Lösung analcimisirt wird.

X. Der dem Spodumen ähnlich zusammengesetzte Jadeït liefert ähnliche Umsetzungsproducte.

Jadeït von Birma von der Zusammensetzung:

	I.	
SiO_2	58,56	58,95
Al_2O_3	25,20	25,17
CaO	0,37	0,41
Na_2O	14,72	14,70
MgO	0,71	0,47
H_2O	0,44	0,30
	100,00	100,00

wurde zunächst wieder mit K_2CO_3-Lösung (20 %, 220°, 1566[h]), welche mit KCl gesättigt war, erhitzt, wobei alles CaO gegen K_2O ausgetauscht und ein Kalisilicat gebildet wurde, welches mit dem aus geschmolzenem Analcim oder geglühtem Spodumen erhaltenen gleich ist. Durch Erhitzen mit $NaCl$-Na_2CO_3-Lösung auf 210° wird es analcimisirt, meist Würfel neben runden Körnern.

Die directe Ueberführung von Jadeït durch Na_2CO_3-Lösung in den Analcim erfolgte noch bedeutend langsamer als beim Spodumen, so dass der Versuch abgebrochen wurde.

Natürlicher Jadeït wird durch HCl nur langsam zerlegt, geschmolzener dagegen ziemlich leicht, auch tritt er mit Salzlösungen in raschere Wechselwirkung. Die Härte ist nach dem Schmelzen von etwa 7 auf 6 gesunken.

Geschmolzener Jadeït, mit Na_2CO_3-Lösung auf 210° erhitzt, lieferte unter theilweiser SiO_2-Abspaltung einen Analcim, dessen Wassergehalt durch ein beigemengtes Silicat etwas zu hoch ausgefallen ist, infolge dessen zeigt auch der daraus erhaltene Leucit (KCl, 210°, 100[h]) einen Wassergehalt.

Bei der Behandlung mit K_2CO_3-Lösung (20 %, 210°, 194[h]) bildet sich zunächst ein Kalisilicat, welches durch Behandeln mit $NaCl$-Lösung bei 100° und durch $NaCl$-Na_2CO_3-Lösung bei 210° analcimisirt wird; schlecht entwickelte Würfel. Durch KCl bei 210° entsteht der Leucit.

Geschmolzener Spodumen und Jadeït verhalten sich demnach gegen Alkalicarbonatlösungen durchaus so, wie geschmolzener Analcim und Andesin, die letzteren beiden sind höchst wahrscheinlich wesentlich gleich. Es giebt zur Zeit drei metamere Verbindungen von der Form $Na_2.Al_2O_3.4SiO_2$: 1) Jadeït, 2) geschmolzener Jadeït oder Analcim, 3) durch schwaches Glühen entwässerter Analcim. Letzterer verhält sich zu natürlichem Analcim wie schwach gebrannter Gyps zu natürlichem und wird durch K_2CO_3-Lösung bei 200° in Leucit umgewandelt (diese Zeitschr. **18**, 167 unter 16.). Beim Erhitzen mit reinem Wasser auf 200° nimmt er alles Wasser wieder auf (diese Zeitschr. **18**, 167 unter 15.); aber auch geschmolzener Analcim (Fassa) nahm nach 360[h] Behandlung mit Wasser bei 215° alles Wasser wieder auf. Das Wasser reagirte nach der Einwirkung äusserst schwach alkalisch. Durch KCl-Lösung wurde der Leucit gebildet.

Der zu Glas geschmolzene Jadeït verhält sich nun genau ebenso wie der verglaste Analcim. Er geht durch Behandeln mit reinem Wasser (225°, 339[h]) in

den Analcim über. Das Wasser reagirte ebenfalls nach der Reaction schwach alkalisch.

Es bietet sich in diesen Versuchen ein neues Verfahren dar, um wasserfreie Silicate zu hydratisiren, nämlich dieselben erst zu schmelzen und dann mit reinem Wasser bei hoher Temperatur zu behandeln. Wie weit dies Verfahren anwendbar ist, darüber müssen weitere Versuche entscheiden.

Spodumen und Jadeït werden gewöhnlich als Salze der zweibasischen Kieselsäure gedeutet. Durch einfache Substitution werden sie in Analcim übergeführt, für welche der Verf. eine feldspathartige Constitution wahrscheinlich gemacht hat. Es musste also bei der Einwirkung von Alkalicarbonatlösungen auf den Spodumen und Jadeït eine Molekularumlagerung und Veränderung der Basicität der Kieselsäure stattgefunden haben.

$$4H_2O + 2Na_2CO_3 + 2(Li_2O\,Al_2O_3\,4SiO_2) = 2Li_2CO_3 + \begin{matrix} Na_2O\,Al_2O_3\,2SiO_2 \\ Na_2O\,Al_2O_3\,6SiO_2 \end{matrix} + 4H_2O.$$

Dies ist möglich, doch könnten Jadeït und Spodumen auch eine Feldspathartige Constitution besitzen und aus gleichen Molekülen $R_2O\,Al_2O_3\,2SiO_2$ und $R_2O\,Al_2O_3\,6SiO_2$ ($R = Li, Na$) bestehen, welche mit den entsprechenden Molekülen der Feldspathreihe metamer, jedoch leicht in diese überführbar wären. Die hohe Härte und Dichte, sowie die langsame Zerlegbarkeit durch Säuren würde für die innige Bindung dieser Endglieder in genannten Mineralien sprechen. Für diese Ansicht liesse sich noch die bekannte Umwandlung von Spodumen in ein Gemenge von Albit und Eukryptit anführen.

XI. Werden Andesin, Labrador, Spodumen, Jadeït, Analcim und Natrolith, nachdem sie zu Glas geschmolzen sind, mit K_2CO_3-Lösung bei 100° behandelt, so bilden sich Kalisilicate mit einem Wassergehalte von etwa 16 %, welche durch $NaCl$-Lösung bei 100° in Natronverbindungen mit etwa 20 % H_2O übergeführt werden; letztere bei 200° mit H_2O oder alkalischen Salzlösungen erhitzt, gehen in die entsprechenden Analcime über.

Frühere Versuche ergaben (diese Zeitschr. **18**, 166 unter 9.), dass die *Ka*- und *Na*-Substitutionsproducte der Chabasite den entsprechenden Umwandlungsproducten oben genannter Mineralien recht ähnlich sind, und ebenfalls durch Erhitzen mit H_2O bei 200° analcimisirt werden. Es ist daher möglich, dass die Umwandlungsproducte obgenannter, verglaster Silicate der Chabasitreihe angehören. Zur Darstellung des sauersten Gliedes dieser Reihe wurde folgender Weg eingeschlagen. Zu Glas geschmolzener Albit von Viesch (Wallis) wurde bei 100° mit einer Lösung von $Na_2O\,2SiO_2$ (14 Th. in $50H_2O$) 8 Tage lang behandelt; es bildet sich unter theilweiser SiO_2-Abspaltung ein wasserreiches Natronsilicat, das durch KCl-Lösung bei 100° in Kalisilicat übergeht, durch Behandeln mit einer Lösung von Borax (2 Th.) und $NaCl$ (10 Th. in $70H_2O$) dagegen analcimisirt wird. Geschmolzener Natron-Desmin verhält sich ähnlich. Die Umsetzungen verlaufen nicht glatt und haben aufgestellte Formeln nur vorläufige Geltung; unter der Annahme, dass die dargestellten Silicate der Chabasitreihe angehören, liesse sich für das Kalisubstitutionsproduct des sauersten Gliedes folgende Formel aufstellen: $K_2O\,Al_2O_3\,6SiO_2\,6H_2O$ ($H_2O = 16,26$ %), für die Kalkverbindung $CaO\,Al_2O_3\,6SiO_2\,8H_2O$ ($H_2O = 21,75$ %); für die Natronverbindung bleibt unentschieden, ob 7 oder 8 Moleküle H_2O anzunehmen sind.

Die Darstellung des basischen Endgliedes der Chabasitreihe ist nicht gelungen. Die entstandenen Silicate zeigten zwar denselben Wassergehalt, wie die entspre-

chenden Glieder der Chabasitreihe, lassen sich aber nicht wie die letzteren in Analcime überführen.

Zu Glas geschmolzene Silicate werden nicht nur rascher durch Säuren zerlegt und setzen sich rascher mit Salzlösungen um, sondern sie haben auch eine ganz besondere Neigung, wasserreiche Umsetzungsproducte zu geben. Thonerdealkaligläser werden geradezu bei erhöhter Temperatur hydratisirt, und zwar rascher bei Gegenwart von alkalisch reagirenden Salzlösungen, als bei Gegenwart von reinem Wasser. Auf dieser Neigung geschmolzener Silicate, Wasser aufzunehmen, beruhen wohl theilweise auch folgende Erscheinungen: Palagonitglas findet sich meist in stark wasserhaltigem Zustande vor, der Gehalt von Glas bedingt wohl grösstentheils die hydraulischen Eigenschaften des Trass. Die Glasmasse von Buchiten enthält recht viel Wasser; wurden durch den glühenden Basalt einzelne Silicate der Sandsteine geschmolzen und kamen sie später mit H_2O in Berührung, so waren die Hydratationsbedingungen recht günstig. Möglicherweise ist der Pechstein durch Hydratation glasig erstarrter Tuffe entstanden etc.

Versuche über Schmelzbarkeit verschiedener Silicate ergaben: die untersuchten Kaliverbindungen sind ausnahmslos schwerer schmelzbar als die entsprechenden Natronverbindungen, alle untersuchten Analcime sind leichter schmelzbar als die zugehörigen Leucite, Albit von Miask schmilzt früher als Adular vom Gotthardt.

XII. Verf. hat, wie vorne mitgetheilt, die Annahme gemacht, dass $NaCl$, Na_2SO_4, Na_2CO_3 u. s. f. in den Gliedern der Sodalith- und Skapolithgruppe als Vertreter des Krystallwassers anzusehen sind. Er sucht nun diese Ansicht durch Versuche zu stützen. Krystallwasser wird durch Glühhitze völlig ausgetrieben; bindet nun dieselbe Kraft, welche das Wasser an das Silicatmolekül kettet, auch $NaCl$, Na_2SO_4 u. s. f., so muss durch Glühen auch eine völlige Trennung dieser Salzmoleküle eintreten. Dies ist zur Zeit nur für das flüchtige $NaCl$ nachweisbar. Der Versuch darf natürlich nicht als entscheidender Beweis für obige Annahme gelten; er steht nur nicht im Widerspruche mit derselben.

Sodalith (sehr feines Pulver), dargestellt durch 78stündiges Behandeln von Kaolin bei 200° mit einer $NaOH$-Lösung von 20 % und mit $NaCl$ gesättigt, wurde 20 Minuten auf Weissgluth erhalten, fast alles $NaCl$ war entwichen und der Rest ($Na_2O\,Al_2O_3\,2SiO_2$) zu einem trüben Glase geschmolzen. Damit im Einklange steht ein früherer Versuch des Verfs., nach welchem Eläolith bei beginnender Hellrothgluth, mit geschmolzenem $NaCl$ behandelt, in Sodalith übergeht, bei heftiger Weissgluth sich aber nicht mit $NaCl$ verbindet.

Der ebengenannte künstliche Sodalith liess sich durch Behandlung mit Na_2CO_3-Lösung (16 %, 392^h, 215°) unter $NaCl$-Abspaltung in einen Cancrinit umwandeln.

Cancrinit von Brevig (SiO_2 37,01, Al_2O_3 26,42, CaO 7,19, Na_2O 18,36, CO_2 7,27, H_2O 3,12) wird durch K_2CO_3 (30 %, 210°, 198^h) unter SiO_2-Abspaltung in das bekannte Silicat $K_2O\,Al_2O_3\,2SiO_2$ verwandelt, welches durch Na_2CO_3-Lösung (16 %, 210°, 198^h) in einen Cancrinit umgewandelt wird. Haüyn lässt sich in Sodalith und umgekehrt umwandeln, Kalkcancrinit in Noseanhydrat. Diese gegenseitige Verdrängung von $NaCl$, Na_2CO_3, Na_2SO_4, $CaCO_3$ macht die Annahme nicht ganz unwahrscheinlich, dass die genannten vier Salze in den Silicaten dieselbe Rolle spielen. Für die Annahme, dass dieselben Vertreter des Krystallwassers sind, bringt der Verf. einige Versuche, von denen er besonders folgenden als Stütze ansieht. Durch Behandeln von Kaolin bei 100° mit einer Lösung von 27 g K_2S in 90 g H_2O erhält er ein Kalisilicat mit 15,82 %

H_2O, welches durch Behandeln mit $NaCl$-Lösung bei 100° in ein Natronsilicat mit 20,65 % H_2O übergeht, während dieses durch lang andauernde Einwirkung von heissem Wasser in eine wasserärmere (8 %) Verbindung umgewandelt wird, verdrängt $NaCl$ in kurzer Zeit das Wasser vollständig unter Bildung von wasserfreiem Sodalith.

Früher hat der Verf. bereits festgestellt, dass die Mineralien der Sodalithgruppe leicht in SiO_2-reichere Verbindungen übergehen unter Abspaltung der Salze $NaCl$, Na_2SO_4 u. s. f. Er vermuthete, dass die Umwandlungsproducte Analcim seien, und hat zum Schlusse noch einige Versuche mitgetheilt, welche diese Vermuthung begründen. Er hat den obenerwähnten künstlichen Sodalith, sowie Noseanhydrat, durch Behandeln mit einer Lösung von $Na_2O\ 3SiO_2$ in Analcim umgewandelt etc. Das Auftreten von Analcim in Gesteinen, welche Sodalith und Nosean führen, ist demnach verständlich. Ueberhaupt haben basische Thonerdesilicate ($Al_2O_3 : SiO_2 = 1 : 2$) eine grosse Neigung, in den gewöhnlichen Analcim überzugehen.

Ref.: F. Grünling.

2. **A. Sauer** (in Leipzig): **Ueber Riebeckit, ein neues Glied der Hornblendegruppe, sowie über Neubildung von Albit in granitischen Orthoklasen** (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1888, **40**, 138). Der Riebeckit bildet einen Bestandtheil eines quarzreichen, vollkommen Glimmer-freien, licht fleischrothen Granites, welchen der verstorbene Dr. E. Riebeck mit anderen Gesteinen von der Insel Socotra*) mitgebracht hat. Das Mineral erscheint dem blossen Auge als vollkommen schwarze, glänzende, bis zu 5 mm lange und selten über 1 mm breite Prismen, welche zuweilen eine deutliche Längsstreifung erkennen lassen. Sie erinnern in ihrem ganzen äusseren Habitus an gewisse granitische Turmalinvorkommen, namentlich da sie auch eine Neigung zu fleckenförmiger Anreicherung bekunden. In der That hat auch Bonney**) das Mineral als Pseudomorphose von Turmalin nach Hornblende angesehen. Die überaus charakteristische, schon mit der Lupe erkennbare Spaltbarkeit nach einem Prisma von 56°, die leichte Schmelzbarkeit, verbunden mit intensiver Natronreaction in der Flamme des Bunsenbrenners, ferner die geringe, 4° nicht übersteigende Auslöschungsschiefe und endlich ein auffälliger, zwischen hellgelbgrün und dunkelblau liegender Pleochroismus verweisen das Mineral in die Hornblendegruppe und zwar als ein dem Glaukophan resp. Arfvedsonit nahestehendes Glied derselben.

Zum Zwecke der Feststellung der chemischen Natur dieser Hornblende wurde das fast ideal reine Material mittelst schwerer Lösung von Quarz und Feldspath befreit, wobei leider wegen des hohen, 3,3 übersteigenden specifischen Gewichtes des Minerals, eine vollständige Befreiung von beigemengtem Zirkon nicht erreicht werden konnte. Das Ergebniss der bereits 1885 ausgeführten Analyse ist folgendes (I.):

*) Inselgruppe an der Ostküste Afrikas, welche sich in der Richtung der Nordküste der Somaliländer vor Cap Guardafui ostwärts erstreckt. Socotra ist die grösste der Inseln.

) T. G. Bonney: On a collection of rock specimens from the island of Socotra. Phil. Trans. Roy. Soc. 1883, **1, 273—294.

	I.	II.	III.
SiO_2	49,45	50,01	49,30
ZrO_2	4,70	—	—
Fe_2O_3	26,62	28,30	30,72
FeO	9,28	9,87	7,97
CaO	1,24	1,32	2,75
MnO	0,60	0,63	
MgO	0,32	0,34	
Na_2O	8,27	8,79	
K_2O	0,68	0,72	
	101,16	99,98	

Wird die Zirkonerde auf Zirkon verrechnet, 4,70 ZrO_2 + 2,42 SiO_2 = 7,12 Zirkon, und nach Abzug desselben die Analyse auf 100 bezogen, so gestaltet sich das Resultat wie unter II. Zur Gewinnung einwurfsfreier Werthe für Eisenoxyd und Eisenoxydul, sowie zur Bestätigung der vollkommenen Abwesenheit der Thonerde, machte der Verf. eine Controlanalyse III. Um hierbei eine Zirkonbeimengung auszuschliessen, wurden aus dem nur gröblich zerkleinerten Material, nach thunlichster Entfernung von Quarz und Feldspath mit schweren Lösungen, mit der Pincette nur die grösseren Säulchen und Spaltungsstückchen ausgelesen, da nach den Erfahrungen einer vorausgegangenen mikroskopischen Untersuchung die Hornblende dieses Granites, namentlich auch in ihren grösseren compacten Krystallen, eine beständige Reinheit der Substanz erkennen liess. Es war daher zu erwarten, dass das so gewonnene Material bis zu einem gewissen, die Analysenzahlen nicht merklich beeinflussenden Grade rein, insbesondere frei von Zirkon sein musste. Die unter III. mitgetheilten Werthe geben die gewünschte Bestätigung, vor Allem auch für die unbedingte Abwesenheit der Thonerde. Was die grössere Differenz in den Monoxyden FeO und CaO der beiden Analysen anbelangt, ist Verf. der Ansicht, dass dies auf einer gewissen Verschiebung ihrer Werthe beruht, indem der etwas niedrigere FeO-Gehalt in III. durch eine fast genau äquivalente Erhöhung der CaO-Zahl ausgeglichen wird. Es scheint die Zusammensetzung dieser Hornblende etwas zu schwanken und zwar dergestalt, dass die grösseren Krystalle, welche lediglich zu III. verwendet wurden, vielleicht etwas mehr Kalksilicat enthalten, als die winzigen, in nicht unbedeutender Zahl zu I. verwendeten Nädelchen. Zur vollkommenen Entscheidung dieser Frage mangelte es leider an Material. Es berechnet sich nun sowohl aus den Werthen II. als III. die gleiche, ziemlich einfache Formel: $5\overset{II}{Fe}SiO_3$, $4Na_2SiO_3$, $\overset{IV}{Fe_2}Si_3O_9$, in welcher Ca, Mg, Mn zu $\overset{II}{Fe}$ hinzugerechnet sind. $\overset{II}{Fe}$: $(Ca, Mg, Mn) = 5:1$. Hieraus berechnet sich:

	Berechnet:	Gefunden:
SiO_2	50,56	50,01
Fe_2O_3	28,09	28,30
$FeO(Ca, Mg, Mn)$	12,64	12,66
$Na_2O(K_2)$	8,70	9,26
	99,99	100,23

Die Zusammensetzung entspricht also unbedingt derjenigen des Aegirin-Akmit, und der Riebeckit bildet sonach das den genannten Mineralien entsprechende Glied der Hornblendereihe.

Der Riebeckit erscheint, wie Eingangs erwähnt, in dem Socotraner Granite

in schwarzen, glänzenden, öfters längsgestreiften Krystallen, welche lediglich in der Prismenzone krystallographisch begrenzt sind, vorwiegend von {110} selbst, zuweilen auch von {010}; der prismatische Spaltwinkel wurde an mehreren Querschnitten gemessen zu: 57°, 56° 40′, 55° 40′, 55° 20′. Die an Spaltstücken bestimmte Auslöschungsschiefe beträgt 3°—4°. Die optischen Eigenschaften des Riebeckit weichen entsprechend der chemischen Zusammensetzung von denen der Hornblende im selben Sinne ab, wie des Akmit-Aegirin von dem gewöhnlichen Aegirin. Herr Rosenbusch fand: diejenige Elasticitätaxe, welche 5° von c abweicht, ist $\mathfrak{a}$, ihre Farbe dunkelblau, $b = \mathfrak{b}$ etwas lichter blau, fast senkrecht auf c steht $\mathfrak{c}$ grün. Axenwinkel gross. Die Absorption ist für die in der Richtung der Hauptaxe schwingenden Strahlen meist eine vollkommene.

Die Grösse der Säulchen, wie schon angegeben, schwankt und geht herunter bis zur Mikrolithenform. An den Enden grösserer Krystalle häufen sich die kleinsten Nädelchen oft zu büscheligen Aggregaten. In manchen Orthoklasen trifft man auch meist ziemlich regelmässig nach den Hauptspaltungsrichtungen eingewachsene feine Nädelchen, bald gleichmässig parallel vertheilt, bald fleckenweise angereichert oder seltener zu parallel-stengligen Aggregaten vereinigt. Da sie sich ausschliesslich nur in den am stärksten verwitterten Feldspäthen einstellen, sind sie zweifellos als secundäre Bildung anzusehen.

Der Feldspath des Socotraner Granits ist stark zersetzt und getrübt, so dass nur wenige Krystallkörner zu finden sind, welche noch unzersetzte Kernpartien erkennen lassen, ausser Zirkon ziemlich einschlussfrei. Auslöschung auf (001) gerade, auf (010) 12° schief, was nach Rosenbusch auf dem hohen Natrongehalte des Feldspaths beruht.

Die Trübung des Feldspathes schreitet gleichmässig vom Rande aus nach dem Innern vor und ist begleitet von einer vom Rande aus erfolgenden Aufhellung. Man erkennt dann zunächst nur winzige, doppeltbrechende, spindelförmige oder ganz unregelmässige Partien eines zwillingsstreifigen Minerals, am Rande an Grösse zunehmend, nach dem Innern sich verlierend. Ist der ganze Krystall gleichmässig ergriffen, dann sieht man die farblosen Partien den trüben Orthoklas theils in parallelen Streifen, theils in sich verästelnden Bändern oder gewebeartig, bei gleich orientirter Viellingsstructur durchziehen, kurz den Anblick eines albitreichen Perthit gewährend. Die Neubildung gehört nun aber auch thatsächlich dem Albit an, wie die optischen Eigenschaften (Auslöschungsschiefe + 3° bis 4° auf (001), auf (100) + 18°) und die chemische Zusammensetzung des weisslichen Feldspathantheils vom spec. Gew. 2,6—2,64 ergeben. Untergeordnet stellen sich neben dem nach dem gewöhnlichen Gesetze verwachsenen Albit auch Verwachsungen nach dem Periklingesetze ein, aber nur in seltenen Fällen in so gleichmässiger Combination mit dem Albitgesetze, dass der trübe Orthoklas von feingittrig struirten, unregelmässig begrenzten, frischeren Mineralpartien durchsetzt erscheint. Die Erscheinung ist geeignet, da wo sie ihrer Genesis nach nicht so sicher verfolgt werden kann, wie im vorliegenden Falle, zu Verwechselungen mit Mikroklin zu führen; dass dies auch thatsächlich der Fall gewesen sein dürfte, beweist die Angabe Bonney's, welcher Mikroklin als Bestandtheil dieses Granits angiebt, während der Verf. denselben nicht nachzuweisen vermochte. Die Vorgänge bei der geschilderten intensiven Albitneubildung denkt sich der Verf. folgendermassen: Bei der sog. Verwitterung scheidet sich das, dem Kalisilicat isomorph beigemengte Natronsilicat an Ort und Stelle als Albit aus, von aussen hinzukommende Natronsilicatlösungen treten für einen Theil des Kalisilicates ein,

4) Das farbige Licht ist nicht polarisirt. Es entsteht, ganz gleich, ob das einfallende Licht gewöhnliches oder polarisirtes ist, und man sieht es sowohl bei Anwendung eines beliebig gedrehten Nicols, wie bei directer Beobachtung.

5) Das Spectrum des reflectirten Lichtes besteht häufig nahezu ausschliesslich aus einem verhältnissmässig engen Streifen. Wenn der Incidenzwinkel vergrössert wird, so bewegt sich der Streifen in der Richtung nach grösserer Brechbarkeit und wird gleichzeitig bedeutend breiter. In vielen Fällen scheint fast totale Reflexion stattzufinden.«

Den Grund der Erscheinungen erkannte Stokes in einer Schicht innerhalb des Krystalles, die weniger als ein tausendstel Zoll dick ist und sich vermuthlich in Zwillingsstellung befindet. Zugleich machte er aber auf die Schwierigkeit aufmerksam, zu begreifen, wie Licht an einer Lage von gleicher Beschaffenheit wie das übrige Material nahezu total reflectirt wird. Diese Schwierigkeit wächst noch, wie Lord Rayleigh bemerkt, wenn man erklären will, warum sich die Reflexion auf einen so eng begrenzten Theil des Spectrums beschränkt. Interferenzen bei hohen Gangunterschieden liefern ein Spectrum mit zahlreichen Streifen. Die Erscheinung erinnert daher mehr an diejenigen, welche Gitter zeigen. Mit Rücksicht darauf hatte Lord Rayleigh die Theorie der Lichtbewegung in einem Aufbaue aus unendlich oft alternirenden Zwillingslagen untersucht, in welcher sich die Eigenschaften continuirlich, harmonisch periodisch ändern. Es ergab sich, dass wenn die Wellenlänge der Anordnung mit der halben Wellenlänge des Lichtes nahezu übereinstimmt, schliesslich totale Reflexion stattfindet. Ein einfaches Beispiel für solche Vorgänge giebt Lord Rayleigh in der ersten Arbeit: Ein ausgespannter Faden sei in regelmässigen Intervallen gleich belastet; wenn dann die Wellenlänge einer transversalen Wellenbewegung dem doppelten Intervalle zwischen den Belastungen gleich ist, so stimmen die Reflexionen an den verschiedenen Gewichten in ihrer Phase überein und das Resultat muss starke Reflexion sein. Die Anzahl der Schichten, welche im Falle des Krystalles diese Wirkung hervorbringt, hängt von den übrigen besonderen Verhältnissen ab. Ist die einzelne Reflexion schwach, so sind mehr Schichten erforderlich; ist sie stark, so reichen weniger aus und die Periode braucht nicht so regelmässig eingehalten zu werden. Bei senkrechtem Einfalle des Lichtes findet nach Theorie und Beobachtung keine Reflexion statt, sie wächst mit dem Incidenzwinkel; zugleich verbreitert sich auch der Streifen im Spectrum, denn bei der stärkeren Reflexion genügt eine nicht vollkommene Regelmässigkeit, um eine deutliche Wirkung hervorzubringen. Der Streifen bewegt sich in Folge des schieferen Durchganges ganz wie bei den übrigen Farben dünner Platten nach der blauen Seite des Spectrums. Einige Resultate des Experimentes, welche auf den ersten Blick überraschend sind, erklären sich mit Hülfe der theoretischen Ableitungen des Verfs. So wird in der Symmetrieebene nichts reflectirt, mag die Polarisationsrichtung des einfallenden Lichtes parallel oder senkrecht zur Einfallsebene liegen. In der dazu normalen Ebene zeigt das Licht keine Polarisation. Aber die Theorie erklärt nicht nur die Ergebnisse der Beobachtungen von Stokes, sondern lässt auch auf neue Erscheinungen schliessen, die Lord Rayleigh dann thatsächlich auffand. Nämlich die Polarisationsrichtung des Lichtes wird bei der Reflexion um 90° gedreht. Diese Wirkung wird bei grösseren Incidenzen zwar durch Depolarisation auf dem Wege des Lichtes durch den Krystall zu den reflectirenden Schichten und von ihnen zurück aufgehoben, lässt sich aber im anderen Falle constatiren. Der Verf. beschränkt sich auf die beiden Lagen der Einfallsebene in und senkrecht zur Symmetrieebene, weil für die übrigen Fälle nichts wesentliches zu erwarten ist. Die Annahme

einer einzigen Zwillingslamelle würde nach Lord Rayleigh's Ableitungen ganz ungenügend zur Erklärung der Erscheinungen sein. Obwohl demgemäss Alles für seine Theorie spricht, legt sich doch der Verf. eine gewisse Zurückhaltung auf, weil es ihm nicht gelungen ist, auf Schliffen von geringer Neigung gegen die vorausgesetzte Stellung der Lamellen durch mikroskopische Beobachtung Anhaltspunkte für deren Existenz zu finden. Wäre die Regelmässigkeit des periodischen Aufbaues eine vollkommene, so müssten neben den Hauptstreifen Nebenstreifen von abnehmender Intensität vorhanden sein. Der Verf. bespricht die betreffenden Intensitäten, ferner macht er noch auf die Unterschiede aufmerksam, die möglich sind, weil bei gleicher Periode die Lamellen einer Orientirung nicht gleich dick zu sein brauchen, wie die der anderen. Sind die Lamellen auch von gleicher Dicke, so kann die Erscheinung noch variiren je nach der Grösse der linearen Periode und nach der Anzahl der Perioden.

Die Versuche sprechen nun dafür, dass kleine Unregelmässigkeiten vorhanden sind. Dadurch könnte sich erklären, dass keine deutlichen Nebenstreifen auftreten. Verschiedenheiten in der Structur scheinen bei verschiedenen Krystallen auch dann noch vorhanden zu sein, wenn sie bei gleichen Incidenzen dieselbe Farbe zeigen. Einen Punkt erwähnt aber der Verf., der der Erklärung doch noch Schwierigkeiten bereitet. Es muss nämlich vorausgesetzt werden, dass der Aufbau eine gerade Anzahl von Zwillingsflächen besitzt, nie konnten Erscheinungen beobachtet werden, die einer ungeraden Anzahl entsprechen, obgleich doch der Grund dieser Gesetzmässigkeit schwer einzusehen ist. Das Licht, welches an einer einzigen Zwillingsebene reflectirt wird, ist, wie Lord Rayleigh fand, so schwach, dass besondere Vorkehrungen (Spalt, Sonnenlicht, achromatische Sammellinse, Beobachtung durch Lupe) getroffen werden mussten, um es überhaupt zu finden. Versuche über die Krystallzucht ergaben keine entscheidenden Resultate. Neben den gewöhnlichen kleinen und sehr farbigen Krystallen, welche die Untersuchung veranlassten, fanden sich grössere mit schwächeren Wirkungen, die wohl auf geringerer Anzahl und weniger regelmässiger Anordnung der Lamellen beruhen. Auch die Versuche von Madan (Nature, May 1886, **20**, diese Zeitschr. **18**, 430), bei denen durch Erhitzen die Krystalle weiss und silberglänzend wurden, wiederholt der Verf. an dünneren Krystallen und findet mit dem Unterschiede, dass keine Farben auftreten, ganz die oben beschriebenen Erscheinungen. Die Anordnung der Lamellen wird also hier unregelmässiger, ihre Anzahl bedeutender sein. Die Vermuthung des Herrn Madan, dass möglicherweise schichtenweise Hohlräume vorhanden sein könnten, wie bei Lamellen zersetzten Glases, hält Verf. nicht für stichhaltig. Während bei zersetztem Glase die Farben verschwinden, wenn man sie befeuchtet, ist das bei den Krystallen nicht der Fall. Auffallend ist jedenfalls die Erscheinung, dass die Krystalle den Silberglanz erst annehmen, wenn sie sich wieder abgekühlt haben. Erhitzt man die Krystalle noch einmal, so verschwindet der Glanz und kehrt bei der Abkühlung zurück u. s. w.

Zum Schlusse fand der Verf. auch bei der Reflexion an künstlichen Zwillingsflächen von Kalkspath die Ergebnisse seiner theoretischen Untersuchung bestätigt. In Bezug auf diesen letzten Versuch mag daran erinnert werden, dass Grailich, auf ganz anderer Grundlage natürlich, die Reflexion an Zwillingsflächen einaxiger Krystalle bearbeitete und ebenfalls an Kalkspathzwillingen einige Versuche anstellte.

Ref.: E. Blasius.

4. A. **Kundt** (in Berlin): **Ueber die Brechungsexponenten der Metalle** (Sitzungsber. d. k. pr. Akad. d. Wiss. z. Berlin 1888, 255—272).

Derselbe: Ueber die Aenderung der Lichtgeschwindigkeit in den Metallen mit der Temperatur (Ebenda, 1387—1394).

Es ist dem Verf. gelungen, durchsichtige Metallprismen herzustellen und den Brechungsexponenten, ja in einigen Fällen sogar die Dispersion durch die Beobachtung des Ablenkungswinkels zu bestimmen. Die Prismen wurden erhalten als galvanoplastische Niederschläge auf Glasplatten, denen vorher eine durchsichtige Platinschicht eingebrannt war, Silberprismen ausserdem auch nach dem von Quincke angegebenen Verfahren durch Niederschlag auf chemischem Wege, Platinprismen durch Zerstäuben eines glühenden Platindrahtes. Ferner wurde eine Reihe von Metallprismen durch Glühen oxydirt, Silberprismen wurden jodirt und endlich noch Prismen hergestellt, welche aus einer Mischung von Platin und Platinoxyd bestehen und durch Zerstäuben von glühendem Platin erhalten wurden. Aus vielen Prismen mussten die mit ebenen Flächen darnach ausgesucht werden, ob sie ein gutes reflectirtes Bild eines Fadenkreuzes gaben. Heisst der Prismenwinkel δ, der Ablenkungswinkel α, so ist der Brechungsexponent n im Falle, dass erstere und der Incidenzwinkel sehr klein sind,

$$n = \frac{\alpha + \delta}{\delta}.$$

Die Werthe der so gefundenen Brechungsexponenten waren:

	Roth:	Weiss:	Blau:
Silber	—	0,27	—
Gold	0,38	0,58	1,00
Kupfer	0,45	0,65	0,95
Platin	1,76	1,64	1,44
Eisen	1,81	1,73	1,52
Nickel	2,17	2,01	1,85
Wismuth	2.61	2,26	2,13
Jodsilber		2,30	
		2,16	
		2,46	
Eisenoxyd	1,78	2,11	2,36
		2,22	
Nickeloxyd	2,18	2,23	2,39
Wismuthoxyd		1,91	
Kupferoxyd	2,63	2,84	3,18
Platin mit Platinoxyd	3,31	3,29	2,90
	4,99	4,82	4,40
Gold mit Goldoxyd	1,04	—	1,25 *)
	0,89	0,99	1,33 **)
	—	2,03	— ***)

*) Elektrolytisch niedergeschlagen.
**) Durch Zerstäuben einer Kathode im Vacuum erhalten.
***) Desgl. in Luft von geringem Druck.

Von Interesse ist der Vergleich der auf diesem Wege gefundenen Werthe der Brechungsexponenten der Metalle mit denjenigen, welche sich nach den Berechnungen von Beer und von Voigt vermittelst der Cauchy'schen und der Voigt'schen Theorie aus den Beobachtungen von Jamin bezw. Jamin, Haughton und Quincke ergeben. Beer fand für Silber keine ausgeprägte Dispersion und den Brechungsexponenten 0,25, für Kupfer starke normale Dispersion, $n_{roth} < 1$, für Eisen anomale Dispersion $n_{roth} = 2,54$, $n_{violett} = 1,47$. Voigt berechnet für Silber, Gold und Kupfer $n < 1$, für Kupfer normale, dagegen für Eisen, Nickel, Platin, Wismuth anomale Dispersion. Eine bedeutendere Abweichung der Beobachtung von den Rechnungsresultaten von Voigt findet nur für Wismuth statt und erklärt sich wohl durch Verschiedenheit des Materials.

Ganz merkwürdig und unerwartet ist die Beziehung, welche sich zwischen den Werthen der Brechungsexponenten und denen des galvanischen Leitungsvermögens ergaben. Setzt man die Geschwindigkeit des rothen Lichtes in Silber = 100, so ist dieselbe für die anderen Metalle:

Silber	100
Gold	71
Kupfer	60
Platin	15,3
Eisen	14,9
Nickel	12,4
Wismuth	10,3

Mit alleiniger Ausnahme des Wismuths, für welches ein erheblich kleinerer Werth des Leitungsvermögens festgestellt ist, liegen die Zahlen innerhalb der von den verschiedenen Beobachtern für die galvanischen Leitungsfähigkeiten gefundenen Werthe und das Wismuth hatte bei der verschiedenen Art der Herstellung jedenfalls eine ganz andere Structur. Da das galvanische Leitungsvermögen andererseits nahezu proportional dem Wärmeleitungsvermögen ist, so ergiebt sich eine angenäherte Proportionalität der Lichtgeschwindigkeit auch mit letzterer. Soll dieser Zusammenhang ein gesetzmässiger sein, so muss bei Temperaturänderungen die Lichtgeschwindigkeit ebenso wie das Leitungsvermögen für Wärme und Elektricität abnehmen. Das Brechungsverhältniss muss also zunehmen und zwar, wenn man als Mittel der beobachteten Temperaturcoëfficenten (für Elektricitäts- und Wärmeleitung, mit Ausschluss des Werthes für Eisen) 0,0037 annimmt, von 0^0 bis 100^0 etwa im Verhältniss von 1 zu 1,37. In der That ergaben die Beobachtungen für den Temperaturcoëfficienten des Brechungsexponenten die Werthe:

Gold	(rothes Licht)	0,0035
	(blaues -)	0,0051
Platin	(weisses -)	0,0027
Nickel	(rothes -)	0,0026
Eisen	(rothes -)	0,0040
Silber	(weisses -)	0,0064

Dem Werthe für Silber ist wegen des an und für sich kleinen Brechungsexponenten keine Bedeutung beizulegen. Das Mittel sämmtlicher Werthe ist also 0,0036. Die genaue Uebereinstimmung mit dem Werthe des Leitungsvermögens wird wohl nur Zufall sein. Eine Aenderung der Dispersion mit der Temperatur ist noch nicht sicher bestimmt.

Ref.: E. Blasius.

5. H. Ambronn (in Leipzig): **Ueber den Pleochroismus pflanzlicher Zellmembranen** (Wiedemann's Ann. d. Phys. 1888, **84,** 340—347). Bekanntlich ist es in einigen Fällen gelungen, durch Färben künstlicher doppeltbrechender Krystalle Pleochroismus zu erzeugen. Isotrope gefärbte Kautschuck- oder Guttaperchastreifen sind ebenfalls in gespanntem Zustande dichroitisch. Käufliche rothe Gelatine, gequollen und dann unter der Wirkung einer starken Dehnung eingetrocknet, zeigt nach dem Verf. die Erscheinung sogar dauernd. Ebenso verhalten sich Zellmembranen, die doppeltbrechend sind und beispielsweise mit Eosin gefärbt werden. Die Maximalabsorption liegt dabei wie bei der Gelatine in der Richtung der kleineren, die Minimalabsorption in der grösseren Axe der Elasticitätsellipse. Auffallend ist das verschiedene Verhalten einiger Farbstoffe; so übt Berliner Blau, in der Zellmembran erzeugt, keine Wirkung aus, wie der Verf. vermuthet, weil es sich amorph ausscheidet. Jod dagegen theilt den Zellmembranen in den Fällen, wo es blau färbt, den ausgesprochensten Dichroismus mit, während es allerdings die Wirkung kaum bemerkbar ausübt, wenn die Färbung gelb oder braun ausfällt. Da die Jodkrystalle selbst nachgewiesenermassen pleochroitisch sind, rührt die Erscheinung wohl daher, dass sie sich in ersterem Falle unter dem Einflusse der Structur der Zellmembran selbst regelmässig anordnen, im zweiten Falle dagegen noch in gelöstem Zustande befinden. Bei der Untersuchung wurde ein »Dichroskopocular«, eine Verbindung der Haidinger'schen Lupe mit dem gewöhnlichen Mikroskopocular angewandt.

Ref.: E. Blasius.

6. C. Pulfrich (in Bonn): **Untersuchung über die Lichtbrechungsverhältnisse des Eises und des unterkühlten Wassers, nebst einem Anhange, die Polarisationsverhältnisse der Grenzcurve der Totalreflexion betreffend** (Ebenda, 326—340). Die Dichtigkeit des Wassers hat bei 4° ein Maximum; sollen also Ausdrücke, wie $(n - 1)\,d$ oder $(n^2 - 1)\,d$ constant sein, so muss sich auch ein entsprechendes Maximum in der Curve finden, welche den Brechungsexponenten in seiner Abhängigkeit von der Temperatur darstellt. Der Verf. findet mit Benutzung seines Flüssigkeitsreflectometers in der That ein Maximum, allerdings bei ungefähr — 1°,5. Er konnte die Ueberkühlung bis nahezu — 9° treiben und giebt die Werthe (die äussersten durch Extrapolation) für die Temperaturen zwischen + 10° und — 10°.

Von krystallographischem Interesse sind die folgenden Untersuchungen des Verfs., welche gleichfalls mit dem Totalreflectometer angestellt sind. Mittelst einer heissen Metallröhre wurde ein für den Apparat geeigneter Cylinder von Eis hergestellt, auf einer über 0° erwärmten Glasscheibe die Politur der Planfläche bewirkt, letztere angehaucht und auf dem weit unter 0° kalten Glasprisma (N_D = 1,61292) angefroren. Die Grenzcurven der Totalreflexion waren klar und scharf. Stücke einer Eisplatte verhalten sich nicht nur in Bezug auf den Charakter der Doppelbrechung wie Quarz, sondern auch in Bezug auf die übrigen Erscheinungen und namentlich die Polarisationsverhältnisse an den Grenzcurven. Die Tabelle enthält die Brechungsexponenten N des Glasprismas, die Hauptbrechungsindices des Eises n_o und n_e und deren Differenz Δ, die ungefähr constant und etwa siebenmal kleiner als Δ für Quarz (0,00912) ist.

Linie:	N	n_e	n_o	Δ
A	—	(1,30626)	(1,30496)	—
a	—	(1,30710)	(1,30580)	—
B	1,60646	1,30775	1,30645	0,00130
Li	1,60731	1,30802	1,30669	133
C	1,60822	1,30861	1,30715	146
D	1,61299	1,31041	1,30911	130
Tl	1,61832	1,31242	1,31098	144
E	1,61919	1,31276	1,31140	136
F	1,62478	1,31473	1,31335	0,00138

Die Dispersion ist nahezu gleich derjenigen von Wasser. Die Differenzen von n sind identisch, und unter der Voraussetzung, dass dies auch für das Gebiet zwischen A und B gilt, sind die in der vorhergehenden Tabelle eingeklammerten Werthe erhalten.

Die Dispersion für Wasser und Eis.

Abstand:	Wasser (19,5) v. d. Willigen:	Wasser (18,8) Fraunhofer:	Eis. o	e
$A-a$	0,00084	—	—	—
$a-B$	65	—	—	—
$B-C$	74	77	70	86
$C-D$	185	187	196	180
$D-E$	220	227	229	235
$E-F$	0,00193	197	195	197
$B-F$	0,00672	688	690	698

Bei der Untersuchung des unterkühlten Wassers wurde dieses schliesslich fest, und die erhaltene Eisfläche war senkrecht zur optischen Axe. Der Verf. setzt voraus, dass sich die Theilchen schon vor dem Momente der Zustandsänderung regelmässig anordnen, und man müsste dann auch wohl annehmen, dass ihre Gestalt sich dementsprechend ebenfalls ändere, sonst könnte man erwarten, dass unter 4° die Dichtigkeit des bewegten und die des ruhenden Wassers verschieden seien.

In dem Anhange bespricht Verf., einer eingehenderen Mittheilung vorgreifend, die Polarisationsverhältnisse der Grenzcurve der Totalreflexion. Der Charakter der Doppelbrechung lässt sich nicht nur aus der Bewegung der oberen oder unteren Grenzcurve erkennen, sondern ergiebt sich schon durch Beachtung der Regel, dass bei Platten parallel zur Axe die Grenzcurve des ordentlichen Strahles deutlich ist, wenn der Hauptschnitt des vorgehaltenen Nicols senkrecht zur Grenzcurve, die des ausserordentlichen Strahles, wenn derselbe parallel der Grenzcurve steht. Bei Platten senkrecht zur Axe kehren sich die Verhältnisse gerade um. Bei schief orientirten Platten sind die Polarisationsrichtungen der Grenzcurven zwar noch senkrecht aufeinander, bei Drehung der Verticalaxe des Apparates ändert sich aber die Stellung des Hauptschnittes. An der Stelle grösster Annäherung der Curven ist der Hauptschnitt des Nicols für den ordentlichen Strahl der Curve parallel. Dem Verf. ist es gelungen, die Polarisationsverhältnisse für beliebig orientirte Schliffe durch eine einfache geometrische Construction zur Anschauung zu bringen: »Die Grenzcurven der Totalreflexion bilden nämlich in ihrer Gesammtheit für beliebig gelegene Schliffe eines einaxigen Krystalles ein der Fresnel'schen Wellenfläche ähnliches Ellipsoid für den extraordinären Strahl und eine ein- oder umbeschriebene Kugel für den ordinären. Die Radienvectoren der Kugel

fallen in ihrer Richtung mit den zugehörigen, in der Trennungsfläche sich bewegenden Strahlen zusammen; bei sehr schwacher Doppelbrechung kann das auch mit sehr grosser Annäherung für den extraordinären Strahl angenommen werden. Legt man nun auf der Oberfläche der Kugel in Bezug auf die optische Axe ein System von Parallel- und Meridiankreisen fest, so stellt für jeden Ort und für jede Schnittfläche die Neigung der sich unter 90° kreuzenden Kreise zur Grenzcurve die dem zugehörigen Radiusvector (Strahl) entsprechende Polarisationsrichtung dar.« Auch für die Untersuchung der zweiaxigen Krystalle rechnet der Verf. auf ähnliche einfache Verhältnisse. Das Totalreflectometer hat seine Erwartungen bei der Behandlung dieses Gegenstandes übertroffen. Einiges Bedenken verursacht dem Verf. nur die Reflexion am Prisma des Fernrohres. Es wird bei der Untersuchung stark doppeltbrechender Krystalle vielleicht angebracht sein, das Prisma aus dem Fernrohre zu entfernen oder das Verfahren von Kohlrausch anzuwenden.

Ref.: E. Blasius.

7. **J. Joly** (in Dublin): **Methode zur Bestimmung des specifischen Gewichts schwerer oder poröser Substanzen** (Phil. Mag. 1888 (5), **26**, 29). Der Verf. bringt die Stückchen des Minerals auf eine kleine, vorher gewogene Scheibe Paraffin und schmilzt diese vorsichtig. Das so gebildete Kügelchen lässt derselbe in Thoulet'scher Lösung schweben und deren mittleres spec. Gew., aus welchem dasjenige des Minerals sich berechnen lässt, wenn man das des angewandten Paraffins kennt. Man kann auf diese Art sehr schwere Mineralien untersuchen, ebenso wie poröse, da das schmelzende Paraffin die Poren der letzteren ausfüllt.

Ref.: P. Groth.

8. **P. Czermak** (in Strassburg): **Ueber das elektrische Verhalten des Quarzes** (Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien 1887, **96** (II), 1217; 1888, **97** (IIa), 301). Der Verf. untersuchte zwei 1,5 cm dicke Quarzcylinder, parallel der Axe, zunächst auf ihr piezoëlektrisches Verhalten, indem dieselben durch zwei der Axe parallele schmale Backen radial einer messbaren Pressung unterworfen und die entstehende elektrische Spannung gemessen wurde. Es ergaben sich, wie bereits bekannt, Maxima derselben in den Nebenaxen, und die zahlreichen Messungen bestätigen die von Curie gefundene Proportionalität zwischen der elektrischen Spannung und dem angewandten Drucke.

Zur absoluten Messung der durch Druck entwickelten Elektricitätsmengen wurde der eine Cylinder alsdann so zu einem quadratischen Prisma abgeschliffen, dass ein Flächenpaar senkrecht zu einer Nebenaxe (Axe maximaler Piezoëlektricität), das andere also senkrecht zu einer Zwischenaxe (A. fehlender Piezoël.) war, der zweite Cylinder dagegen so, dass das aus ihm hergestellte quadratische Prisma um 15° in seiner Orientirung gegen das erstere gedreht war. Dieses Prisma musste daher bei genauer Orientirung auf beiden Flächenpaaren die gleiche Spannung (entsprechend der mittleren Richtung zwischen Neben- und Zwischenaxe), das erste dagegen auf einem Flächenpaare keine, auf dem anderen den Maximalwerth liefern. Die Pressung mit breiten Stahlplatten brachte auch hier eine dem Drucke proportionale Spannung hervor, deren Maximalwerth pro Kilogramm sich im Mittel zu 0,788 Volt ergab; danach ist die vom Quarz in der Richtung einer piezoëlektrischen Axe beim Druck von 1 kg gelieferte Elektricitätsmenge, in elektrostatischem Maasse gemessen, $E = 0{,}0614$ (C.G.S.).

„Wie die Versuche von Röntgen und Kundt gezeigt haben, verwandeln sich die im convergenten Lichte sichtbaren Kreise in Lemniscaten, wenn der Quarz an zwei senkrecht zu einer piezoëlektrischen Axe stehenden Flächen elektrisch geladen wird, und zwar liegt die grosse Axe der ellipsenähnlichen Lemniscaten parallel jener Axe, wenn man Elektricität zuführt, deren Vorzeichen entgegengesetzt ist derjenigen, welche durch Druck an dem betreffenden Pol der Axe entstehen würde. Der Quarz verhält sich optisch alsdann so, als ob er in der Richtung der piezoëlektrischen Axe gepresst wäre. Stehen die elektrisirten Flächen senkrecht zu einer Axe fehlender Piezoëlektricität, so bildet die grosse Axe der Lemniscaten 45° mit jener, nach der einen oder anderen Seite je nach dem Sinne der Elektrisirung. Beide Erscheinungen konnte der Verf. an dem aus dem ersten Quarzcylinder geschnittenen Parallelepiped constatiren. Das zweite dagegen war von Flächen begrenzt, welche der Zwischenlage entsprachen und musste daher eine Lage der Lemniscaten liefern, welche sich nach der Resultirenden der durch die Elektrisirung entstehenden comprimirenden resp. dilatirenden Kräfte richtet. Der Verf. studirte nun die Erscheinungen quantitativ, indem er genau gemessene hohe elektrische Spannungen anwandte und die Aenderungen der Durchmesser einer isochromatischen Curve mit dem Fadenmikrometer bestimmte. Obgleich die grösste beobachtete Aenderung nur $\frac{1}{35}$ des Durchmessers betrug, konnte doch eine gute Uebereinstimmung mit den theoretisch Resultirenden der inneren Compression constatirt werden.

Aus piezooptischen Versuchen, bestehend in Messung der Aenderungen der Ringdurchmesser bei bestimmten Drucken, folgte, dass die gleiche Aenderung, welche die Elektrisirung mit einer Spannung von 1 (C.G.S) Einheit bewirkte, auch durch eine Belastung von 0,23 kg hervorgebracht werden kann. Daraus folgt der in einer einzelnen piezoëlektrischen Richtung bei Spannung von einer genannten Einheit hervorgebrachte Druck = 0,126 kg, wenn die Richtung der Elektrisirung mit der piezoëlektrischen Axe zusammenfällt.

Ref.: P. Groth.

9. A. Lacroix (in Paris): **Neues Vorkommen von Gadolinit** (Bull. d. l. soc. min. **11**, 68). Im Granulit der Mourne Mountains in Irland, bei Newcastle (Down Cy), dessen Drusen bekanntlich krystallisirten Orthoklas, Albit, Rauchquarz, Topas, Beryll u. s. w. enthalten, fand der Verf. einen kleinen Krystall, welcher als Gadolinit erkannt wurde. Combination {110}, {012}, {001}; (110):(1$\bar{1}$0) = 64° ca., (012):(0$\bar{1}$2) = 67°—68°. Schwarz, im Dünnschliffe dunkelgrün. Axenebene (010). Löslich in Salzsäure; reagirt auf *Ce* und *Be*, nicht auf *Al*.

Ref.: P. Groth.

10. Derselbe: Notizen über französische Mineralien (Ebenda 70, 148).

Albit von Pouzac (Ht.-Pyrénées). Die in gelbem Kalk vorkommenden, 1—4 mm grossen Krystalle sind theils weiss und opak (Serre de Pouzac), theils durchsichtig und mit einem unregelmässig vertheilten schwarzen Pigment erfüllt (Palomières bei Bagnères-de-Bigorre). Comb. {010}, {001}, {$\bar{1}$01}, {$\bar{1}$10}, {110}, die letzten beiden sehr klein. (110):(1$\bar{1}$0) = 59° 20′, (1$\bar{1}$0):(0$\bar{1}$0) = 59° 54′, (001):(010) = 86° 25′, (001):($\bar{1}$01) = 52° 30′ (gem. an den grösseren schwarzen Krystallen). Häufig Karlsbader Zwillinge, manchmal zugleich mit Verwachsung nach (010) und, an den schwarzen Krystallen, nach dem Gesetze der Krystalle von Roc tourné. Schwingungsrichtung auf (001) 4°, auf (010) 20°. Die schwarzen Krystalle (spec. Gew. 2,563) ergaben:

SiO_2	67,04
Al_2O_3	20,45
Na_2O	10,57
CaO	0,65
Glühverlust	1,30
	100,01

Orthoklas von Matour (Saône-et-Loire). In den Mikrogranuliten des Charollais ist bei la Clayette schon seit Haüy's Zeit ein Vorkommen grosser Orthoklaskrystalle bekannt, deren die École des Mines eine Serie besitzt, während von der neueren Fundstätte an der Mühle von Croux bei Matour der Verf. eine Anzahl sammelte. Die Krystalle umschliessen die früher auskrystallisirten Gesteinsbestandtheile Oligoklas, Orthoklas (beide oft in paralleler Verwachsung), Quarz, Biotit. Der Feldspath des ersteren Fundortes ist roth, der des zweiten gelblichweiss. Beobachtete Formen: {001}, {010}, {130}, {110}, {$\bar{2}$01}, {$\bar{1}$11}, {012}. Rectanguläre Prismen bis 8 cm Länge; Karlsbader Zwillinge, tafelförmig nach (010), seltener Manebacher Zwillinge von der ersterwähnten Ausbildung.

Rutil aus den Schiefern des Mont Cenis. In einem von Lory gesammelten Schiefer fand der Verf. zahlreiche Zwillinge von Rutil nach dem sonst seltenen Gesetze »Zwillingsebene (301)« neben dem gewöhnlichen nach (101). Erstere sind kurzprismatische Combinationen {310}, {100}, {101} und tafelförmig nach einer Fläche von {100}, letztere nach der Verticalaxe verlängert.

Manganepidot im Glimmerschiefer der Insel St. Groix. Dunkelrothe Krystalle, Comb. {001}, {100}, untergeordnet {110}, mit Titaneisen in weissem Glimmer eingewachsen. Die Axenfarben (𝔞 rosa, 𝔟 blassrosa, 𝔠 gelb) sind dieselben, wie die des piemontesischen und japanischen M., aber heller (ähnlich denen des Withamit, welcher in zersetztem Porphyrit von Schottland und massenhaft im Porfido rosso antico vorkommt).

Ref.: P. Groth.

11. T. Wallerant (in Paris): **Methoden zur Bestimmung der Orientirung der Krystalldurchschnitte in Dünnschliffen** (Bull. soc. min. fr. 1888, **11**, 81). Das Problem, die Orientirung der Schnittebene eines Krystalls in Bezug auf drei feste Richtungen, z. B. die drei optischen Elasticitätsaxen, zu bestimmen, kann nur in bestimmten Fällen gelöst werden, wenn dazu nur die dem untersuchten Krystalle selbst, und nicht anderen, deren Identität damit vorausgesetzt wird, entnommene Grössen benutzt werden sollen.

Seien Θ und Θ' die Winkel, welche die Normale der Schnittebene mit den beiden optischen Axen bildet, so wird die Orientirung jener Ebene bestimmt sein, wenn man den Axenwinkel $2V$ und zwei Relationen zwischen Θ und Θ' kennt. Werden mit n und n' die Brechungsexponenten der die Platte senkrecht durchsetzenden Strahlen, mit n_g und n_p deren grösster und kleinster Brechungsindex bezeichnet, so ist

$$\sin\Theta \sin\Theta' = \frac{n' - n}{n_g - n_p} = m,$$

welche Grösse die Charakteristik der Platte genannt werden möge. Eine zweite Relation zwischen Θ und Θ' erhält man, wenn man nachweist, dass der Schliff einer Zone angehört, welche mit den beiden optischen Axen die Winkel a und b einschliesst, nämlich die Gleichung:

$$\sin^2\Theta\sin^2 a + \sin^2\Theta'\sin^2 b + 2(\cos 2V + \cos a\cos b)\cos\Theta\cos\Theta'$$
$$= 1 + \cos^2 2V + 2\cos 2V\cos a\cos b.$$

Da diese beiden Gleichungen algebraisch nicht aufgelöst werden können, so muss man seine Zuflucht zu geometrischen Hülfsmitteln nehmen und die Auflösung ersetzen durch die Construction der gemeinschaftlichen Punkte der beiden den obigen Gleichungen entsprechenden Curven.

Betrachten wir zunächst die erste Relation, so ist klar, dass zu jedem Werthe m unendlich viele Schnitte gehören, deren Normalen auf einem Kegel liegen, welcher eine um seine Spitze mit dem Radius 1 beschriebene Kugelfläche in einer Curve schneidet. Die Betrachtung dieser Curven für verschiedene Werthe von m (im einfachsten Falle der einaxigen Krystalle sind dieselben natürlich Kreise, deren Centrum auf der Axe liegt) lehrt, dass dieselben Maxima ihrer Länge besitzen, wenn $m = \sin^2 V$ und wenn $m = \cos^2 V$, und dass dem letzteren Werthe ein absolutes Maximum entspricht. Die Bestimmung von m besteht, wie obige Gleichung lehrt, in derjenigen zweier Verzögerungen, welche man entweder mit dem Michel-Lévy'schen Comparator oder durch Einschaltung einer Vergleichsplatte von bekannter Verzögerung bestimmt; in letzterem Falle werthet man die gesuchte Verzögerung durch Bestimmung der Farbe in der Newton'schen Scala aus oder durch die Verschiebung der Fizeau-Foucault'schen Streifen unter Anwendung eines Abbe'schen Spectraloculars. Die Verzögerung $n_g - n_p$ erhält man bekanntlich, wenn man unter vielen Schnitten in einem Präparat diejenigen mit den höchsten Interferenzfarben heraussucht (Michel-Lévy).

Die auseinandergesetzten Eigenschaften der Curven für verschiedene Werthe von m gestatten eine angenäherte Bestimmung des Axenwinkels $2V$, denn unter vielen beliebigen Schnitten eines Präparates müssen die zahlreichsten diejenigen sein, deren Charakteristik $m = \cos^2 V$, während die mit $m = \sin^2 V$ weit zahlreicher sein müssen, als die mit etwas grösserem oder kleinerem m. Misst man daher die Verzögerungen derjenigen beiden Schnitte, deren Interferenzfarben unter sehr vielen desselben Präparates am häufigsten sind, so ergiebt sich aus den beiden Charakteristiken derselben, m_1 und m_2, der Axenwinkel nach der Gleichung $\mathrm{tg}^2 V = m_1 : m_2$.

Sehr oft hat man in mikroskopischen Schnitten die Trace einer bekannten (Spaltungs- oder Zwillings-)Ebene und kann den Winkel einer Schwingungsrichtung zu dieser Trace bestimmen. Die Pole aller ebenen Schnitte, denen ein bestimmter Werth dieses Winkels zukommt, beschreiben auf der Sphäre eine Curve, deren Eigenschaften entwickelt werden. Ebenso ergiebt sich eine weitere Relation zur Bestimmung der Orientirung eines Schnittes, wenn man den Winkel, den zwei bekannte Ebenen (z. B. Spaltungsflächen) in der Schnittebene mit einander bilden, messen kann.

Als Beispiel einer Anwendung der besprochenen Methoden wurden Mikrolithe gewählt, welche, mit Thoulet'scher Lösung isolirt und analysirt, die Zusammensetzung des Labradors ergaben. Nach erwähnter Art wurde gefunden: $2V = 81^0$, $n_g - n_p = \frac{1}{103}$. In einem Schliffe wurde nun ein Zwilling betrachtet, dessen eine Hälfte parallel der optischen Axenebene orientirt war, und einen Winkel der Axe der grössten Elasticität zur Trace der Zwillingsebene von 20^0 zeigte. Die andere Hälfte, deren Orientirung bestimmt werden sollte, ergab $m = \frac{???}{???}$. Durch Einstellung auf die obere und untere Trace der Zwillingsebene wurde der Winkel dieser Ebene mit der des Schnittes zu 63^0 gefunden. Damit waren die Daten vorhanden, um in einer stereographischen Projection den Pol der

Schnittebene der zweiten Hälfte des Zwillings zu construiren, indem nämlich einerseits der Pol der Zwillingsebene, dessen Orientirung zu den Elasticitätsaxen nach Obigem bekannt ist, andererseits die Projection der Curve, deren Gleichung $\sin \Theta \sin \Theta' = \frac{505}{575}$, eingetragen und auf der letzteren der Punkt aufgesucht wurde, dessen Winkelabstand von dem Pol der Zwillingsebene 63° betrug. Die Vergleichung der aus dieser Construction folgenden Daten mit den Angaben Des Cloizeaux's betreffend Labradoritzwillinge nach (010) zeigte befriedigende Uebereinstimmung bis auf die Lage der optischen Axenebene, welche sich abweichend ergab. Dagegen wurde eine gute Uebereinstimmung der beobachteten Schwingungsrichtungen zahlreicher Mikrolithen desselben Präparates mit den aus obigen Daten berechneten Werthen erhalten.

Ref.: P. Groth.

12. H. Dufet (in Paris): **Optische Constanten des Gyps vom Montmartre** (Bull. d. l. soc. fr. d. min. Par. 1888, **11**, 123). Sämmtliche Präparate zu den Versuchen wurden aus einem Stücke des bekannten Vorkommens hergestellt. Zwei Prismen, deren eines die brechende Kante senkrecht zur Symmetrieebene, das andere parallel derselben hatte, dienten zur Bestimmung der Brechungsexponenten für Natriumlicht. Da sie für andere Lichtquellen nicht genügende Helligkeit lieferten, wurden alsdann Glasplatten auf ihre Flächen aufgekittet und die Ablenkungen der Strahlen der Wasserstofflinien C, F, γ und des Lithium- und Thalliumlichtes, verglichen mit der des Natriumlichtes, bestimmt. Die Berechnung nach der Briot'schen Dispersionsformel lehrte, dass die folgenden Mittelwerthe (auf 19° C. reducirt) bis auf einige Einheiten der 5. Decimale genau sind:

	λ	α	β	γ
Li	0,$^{\mu}$6705	1,51770	1,51977	1,52672
C	0, 6562	1,51812	1,52021	1,52717
D	0, 5892	1,52046	1,52260	1,52962
Tl	0, 5349	1,52295	1,52510	1,53218
F	0, 4861	1,52592	1,52805	1,53524
γ	0, 4340	1,53034	1,53238	1,53982

Die Curve, deren Abscissen $\frac{1}{\lambda^2}$ und deren Ordinaten die Brechungsindices sind, ist oft bekanntlich sehr nahe einer Geraden. Beim Gyps hat dieselbe einen Wendepunkt innerhalb des sichtbaren Spectrums und zwar für α bei $\lambda = 0{,}520$, für β bei $\lambda = 0{,}502$, für γ bei $\lambda = 0{,}520$, also ungefähr an derselben Stelle.

Mit einer 4,8 mm dicken Platte, welche daher sehr schmale und scharf einstellbare Hyperbeln lieferte, wurde zuerst für *Na*-Licht, in Bezug auf welches die Platte genau orientirt war, der Axenwinkel sorgfältig bestimmt und dann mit dem vom Verf. beschriebenen Apparate (s. diese Zeitschr. **14**, 283) für eine grössere Zahl von Wellenlängen die Axenwinkel und die Abweichung der Bisectrix von derjenigen für *Na* gemessen. Das in der Nähe von *D* liegende Maximum der Axenwinkel fand der Verfasser bei $\lambda = 0{,}^{\mu}5754$, und was den Winkel der Mittellinien, welche für alle Farben bekanntlich auf derselben Seite von der für *D* liegen, mit der letzteren betrifft, so kann derselbe durch eine Curve dargestellt werden, welche für grosse Wellenlängen ungefähr parabolisch ist, aber gegen die Thalliumlinie hin sich mehr und mehr einer Geraden nähert. Aus den zusammengestellten Zahlen lassen sich dann durch Interpolation die Axenwinkel $2V$ für die *bei der* Bestimmung der Brechungsindices benutzten Farben ableiten:

	$2V$	$2V$ ber. a. d. Brech.-Expon.:
Li	57° 26′ 40″	57° 28′ 0″
C	57 36 50	57 39 0
D	58 5 0	58 1 30
Tl	57 58 30	57 56 0
F	57 23 0	57 20 30

Zur Controlle der Brechungsexponenten wurde an Platten von bestimmter Dicke durch Interferenzstreifen die Verzögerung gemessen; die so gefundenen Differenzen zweier Indices wichen von den der oben angegebenen Werthe höchstens um 2 Einheiten der 5. Decimale ab. Die Differenz $\beta - \alpha$ zeigt, nach beiden Methoden bestimmt, ein wenn auch schwach ausgeprägtes Minimum im Grün.

Um die Aenderung der optischen Constanten mit der Temperatur genauer als früher zu bestimmen, wurde die Verschiebung der Talbot'schen Streifen gemessen, welche durch eine im Luftbade befindliche dicke Gypsplatte und eine aussen befindliche Quarzplatte hervorgebracht wurden, und daraus die Aenderung des grössten Brechungsexponenten abgeleitet; alsdann aus der Verschiebung der Fizeau-Foucault'schen Streifen derselben Gypsplatte die Variation $\gamma - \alpha$ und aus dieser diejenige von α; endlich wurde die dritte aus der Aenderung des optischen Axenwinkels berechnet. Hierbei ergab sich für die Drehung der Mittellinie bei 1° Temperaturerhöhung der sehr constante Werth 1′ 32″. Die nach diesen Methoden gefundenen Aenderungen der Brechungsindices, bezogen auf kalte (K. L.) bez. warme Luft (W. L.), besitzen folgende Werthe:

	K. L.:	W. L.:
$\frac{d\alpha}{dt} =$	$-0{,}0000148$	$-0{,}0000131$
$\frac{d\beta}{dt} =$	$-0{,}0000431$	$-0{,}0000414$
$\frac{d\gamma}{dt} =$	$-0{,}0000265$	$-0{,}0000248$.

Der Verf. schliesst mit einer eingehenden Vergleichung seiner Resultate mit denen der früheren optischen Untersuchungen am Gyps, welche sich im Allgemeinen als weniger genau herausstellen.

Ref.: P. Groth.

18. **H. Dufet** (in Paris): **Krystallographische Notizen** (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1888, **11**, 143, 215).

Arsensaures Natrium-Strontium, $AsO_4SrNa.9H_2O$. Dargestellt von Joly (Compt. rend. **104**, 905). Bei langsamer Verdunstung ca. 2 mm grosse Krystalle der regulär-tetartoëdrischen Combin. $\varkappa\{111\}$, $\{100\}$, $\{110\}$, $\pi\{210\}$; meist rechte Krystalle. Ohne Wirkung auf polarisirtes Licht.

Rutheniumbioxyd, Ru_2O_4. Dargestellt von Debray und Joly. Isomorph mit Zinnerz, $a:c = 1:0{,}6924$. Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{110\}$, $\{111\}$, $\{101\}$. Häufig wiederholte Zwillingsbildung nach $\{101\}$, ferner oft Zwillinge nach dem Rutilgesetze $\{301\}$, endlich auch nach $\{302\}$. Prismenflächen gestreift wie bei Zinnerz und Rutil.

	Beobachtet:	Berechnet:
(111):(110) =	45° 35′	45° 36′
(101):(̄101) =	*69 24	—
(101):(011) =	47 24	47 28
(111):(1̄11) =	59 17	59 18

Saures unterphosphorsaures Thallium, $P_2 O_6 Tl_2 H_2$. Dargestellt von Joly. Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,9089 : 1 : 1,2975; \quad \beta = 94^0 50'.$$

Kleine Prismen {110} mit {001} und {̄101}, endlich stets mit unvollzähliger Ausbildung {11̄2}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(110):(1̄10) =	*84° 20′	—
(110):(001) =	*86 25	—
(11̄2):(00̄1) =	*46 20	—
(̄101):(001) =	58 56	58° 56′
(̄101):(̄110) =	53 5	53 6
(11̄2):(10̄1) =	35 26	35 26

Salpetersaures Lanthan-Ammonium $[NO_3]_7 La (NH_4)_4 + 8H_2O$ (möglichst frei von Didym). Dargestellt von Debray. Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,2434 : 1 : 2,0034; \quad \beta = 113^0 15'.$$

Beobachtete Formen: {001}, {110}, {̄111}, {111}, {̄101}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(110):(1̄10) =	97° 33′	97° 37′
(110):(001) =	*74 56	—
(̄111):(001) =	*82 38	—
(111):(001) =	56 22	56 16
(̄101):(001) =	78 22	78 21
(̄111):(̄1̄11) =	*101 13	—
(111):(̄111) =	75 42	75 38
(111):(1̄11) =	—	80 48
(110):(10̄1) =	57 17	57 18

Saures phosphorsaures Baryum $[PO_4] Ba H_4$. Aus Lösung von phosphorsaurem Baryum mit einem Ueberschusse an Phosphorsäure erhalten, zeigen die Krystalle zuerst nur {110} und {001}, bei weiterem Wachsen {012} und zuweilen untergeordnet {111} und {112}, während {110} und {001} gerundet werden.

Rhombisch. $a : b : c = 0,7602 : 1 : 0,8238.$

	Beobachtet:	Berechnet:
(110):(1̄10) =	*74° 29′	—
(111):(001) =	53 59 appr.	53° 42′
(112):(111) =	18 34	18 28
(012):(001) =	*22 23	—
(012):(110) =	76 39	76 41
(012):(111) =	41 2 appr.	42 51

Rhodiumkaliumchlorür, $RhCl_3 . 2KCl$. Dargestellt von Leydié. Unvollkommene, kleine Krystalle der Comb. {110}, {001}, untergeordnet {011}.

Rhombisch. $a : b : c = 0,7604 : 1 : 0,6993$.

Beob. $(110):(1\bar{1}0) = 74^0 30'$ $(011):(0\bar{1}1) = 69^0 6'$.

Ruthensaures Kalium, $RuO_4K_2.H_2O$. Debray und Joly. Beobachtete Formen: {110}, {100}, {010}, {120}, {001}, {101}, {104}.

Rhombisch. $a : b : c = 0,7935 : 1 : 1,1973$.

	Beobachtet:	Berechnet:
(110):(100) =	*38° 26′	—
(120):(100) =	58 0	57° 47′
(104):(001) =	*20 40	—
(101):(001) =	56 0 appr.	56 28

Ueberruthensaures Kalium, RuO_4K, von denselben Chemikern dargestellt. Tetragonale Pyramiden {101} mit untergeordnetem {111}.

$a : c = 1 : 1,6340$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(111):(11\bar{1})$ =	*46° 48′	—
(111):(101) =	40 28	40° 28′
$(101):(10\bar{1})$ =	62 58	62 55
(101):(011) =	74 10	74 11

Schwefelsaures Kupfer-Nickel, $SO_4(Cu, Ni).7H_2O$. Während die übersättigten Lösungen eines dieser beiden Salze in Berührung mit Kobalt- oder Eisenvitriol labile Krystalle von der Form des letzteren geben, erhält man durch Lösen eines Gemenges von Kupfer- und Nickelsulfat und langsames Verdunsten stabile Krystalle derselben Form neben rhombischen von $SO_4Ni.7H_2O$ und asymmetrischen von $SO_4Cu.5H_2O$. Die Analyse derselben ergab:

		Sauerstoff d. Oxyde:		
SO_4Ni	33,5	3,46	5,67	1
SO_4Cu	22,0	2,21		
H_2O	44,3		39,38	6,95
	99,8			

$a : b : c = 1,1716 : 1 : 1,5480$; $\beta = 74^0 48\frac{1}{3}'$.

Beobachtete Formen: {001}, {110} und zuweilen klein: $\{\bar{1}01\}$, {011}, $\{\bar{1}21\}$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(110):(1\bar{1}0)$ =	*97° 1′	—
(110):(001) =	*80 0	—
$(\bar{1}01):(001)$ =	62 40	62° 47′
(011):(001) =	*56 9	—
$(110):(10\bar{1})$ =	60 50	60 43
(110):(011) =	43 54	44 2
$(011):(\bar{1}10)$ =	58 17	58 18
$(\bar{1}21):(011)$ =	31 2	30 48
$(\bar{1}21):(001)$ =	—	78 35

Schwefelsaures Kupfer-Kobalt, $SO_4(Cu, Co).7H_2O$. **Isomorph dem** vorigen Salze und ebenso dargestellt.

		Sauerstoff der Oxyde:		
SO_4Cu	20,7	2,08	5,64	1
SO_4Co	(34,5)	3,56		
H_2O	44,8		39,84	7,06
	100,0			

Comb. {001}, {110} und sehr klein {011}, {$\bar{1}$21}.

$$a : b : c = 1,1795 : 1 : 1,5001; \quad \beta = 74^0 33'.$$

	Beobachtet:	Berechnet:
(110):(1$\bar{1}$0) =	*97° 20′	—
(110):(001) =	*79 52	—
(011):(001) =	*55 20	—
(110):(011) =	44 18	44° 8′
(011):($\bar{1}$10) =	58 9 appr.	58 50
($\bar{1}$21):($\bar{1}$10) =	26 28 -	27 57
($\bar{1}$21):(001) =	—	78 7
($\bar{1}$21):(01$\bar{1}$) =	50 50	51 24

Während das vorige Salz keinen bemerkenswerthen Pleochroismus zeigt, ist dieses stark pleochroitisch, violett durch {110}, braungelb durch {001}. Auf letzterer Fläche sind die beiden Farben des Dichroskops fast gleich, auf {110} die eine braungelb, die andere rothviolett.

Ref.: P. Groth.

14. **A. Lacroix** (in Paris): **Verwachsung von Sillimanit und Andalusit** (Bull. soc. min. d. Fr. 1888, **11**, 150). In einem aus Quarz, Biotit, Granat, grünem Spinell und langen Nadeln bestehenden metamorphischen Gesteine von Morlaix (Finistère) erwiesen sich die letzteren als Parallelverwachsung sehr dünner Krystalle der beiden obigen Mineralien, so dass ein Schliff aus abwechselnden Streifen von ungleicher Doppelbrechung zusammengesetzt erscheint. Noch mannigfaltiger ausgebildet erscheint dieselbe Verwachsung an einem derben rothen Andalusit von Ceylon, in welchem man schon mit der Lupe weisse Sillimanitpartien entdeckt. Ein Schliff nach der beiden Mineralien gemeinsamen Ebene (100) zeigt den schwächer doppeltbrechenden ($\alpha - \beta = 0,006$) und deutlich pleochroitischen (rosa und farblos) Andalusit mit seinen charakteristischen feinen und geradlinigen Spaltungsrissen nach {110}, durchsetzt von breiten, oft mit einer horizontalen Fläche endigenden, verticalen Banden des farblosen, stark doppeltbrechenden ($\gamma - \alpha = 0,021$) Sillimanit, dessen Sinn der Doppelbrechung ausserdem auch der umgekehrte ist. Im convergenten Lichte zeigen Schliffe nach (001) im ersteren Mineral die negative Bisectrix mit $2V = 85^0$ ca., im zweiten die positive mit $2V = 26^0$ (Gelb) und starker Dispersion. Im Schliffe nach (100) beobachtet man ferner zahlreiche Nadeln von Sillimanit, oft beide Mineralien durchspiessend, deren Mehrzahl entweder 90^0 oder 45^0 mit der Verticalen bilden und welche ebenfalls die Fläche (100) mit jenen gemeinsam haben.

Allein aus Sillimanit besteht bekanntlich der Fibrolith und Monroelith; ebenso der Xenolith, in welchem aber lange und grosse Krystalle durch ein Gewebe feiner, meist mit jenen parallel orientirter, Nadeln desselben Minerals

verbunden sind, und der Wörthit, in welchem jedoch die Nadeln der Grundmasse ein ganz verworrenes Aggregat bilden.

Ref.: P. Groth.

15. H. Goguel (in Paris): **Mineralien aus den Pyrenäen** (Ebenda, 155).

Chrysotil von Medoux bei Bagnères-de-Bigorre. Einige Centimeter breite Gänge in Serpentin, welcher in Blöcken von einer Kalkbreccie eingeschlossen wird. Apfelgrün im Inneren des Serpentin, goldgelb in der Nähe des umgebenden Kalkes. Während die optischen Eigenschaften die eines normalen Chrysotils sind, ergab die Analyse: 33,3 SiO_2, 5,0 Al_2O_3, 7,5 FeO, 23,7 MgO, 12,3 CaO (!), 17,5 H_2O, Spuren von MnO und Alkalien.

Calcit vom Pic du Midi. Bei den Fundirungsarbeiten für das auf dem genannten Berge errichtete Observatorium fanden sich auf Spalten des Granulits Kalkspathtafeln, 1 mm dick, bis 1 cm Durchmesser der Basis.

Ref.: P. Groth.

16. F. Gonnard (in Lyon): **Flussspath und Babelquarz von Pontgibaud** (Ebenda, 157 und Compt. rend. **106**, 558). An den grossen, gelben Flussspathwürfeln der Grube von Villevieille bei Pontgibaud, auf denen kleine, gelbliche Quarzkrystalle in mannigfacher Orientirung aufgewachsen sind, beobachtet man ausserdem zahlreiche treppenförmige Vertiefungen von rectangulärer, hexagonaler oder sonstiger polygonaler Form. Die gleichen Eindrücke werden freigelegt, wenn man die aufgewachsenen Quarzkrystalle ablöst, da diese sämmtlich, wie bei ihrer Durchsichtigkeit leicht zu constatiren, nach unten mit den Formen des sog. Babelquarz endigen, mit welchen Flächen sie auch aufsitzen. Es scheint daher, dass beide Mineralien gleichzeitig krystallisirten und sich gegenseitig an ihrer Entwickelung hinderten. Aehnliche Verwachsungen, zugleich mit blätterigem Baryt, finden sich auch bei St. Jacques d'Ambur in derselben Gegend. Dieselben sind jedoch nicht auf die erwähnten Mineralien beschränkt, sondern kommen z. B. auch bei Kupferkieskrystallen vor, welche auf dem Fluorit von Weardale aufgewachsen sind, und ähnliche treppenförmige Eindrücke zeigen auch uralische Topaskrystalle. Die Erscheinung, dass ein auf den Krystallen eines anderen aufsitzendes Mineral nicht jünger, sondern z. Th. noch gleichzeitig gebildet ist, scheint somit keine ganz seltene zu sein.

Ref.: P. Groth.

17. Derselbe, Nachtrag zu der Abh. über den Orthoklas vom Four la Brouque (Ebenda, 177). Zu der Beschreibung der Zwillingsbildungen des genannten Vorkommens (s. diese Zeitschr. **10**, 643) fügt der Verf. noch diejenige der Verwachsungen von drei und mehr Krystallen hinzu. Ein Theil derselben entspricht der Fig. 149 in Des Cloizeaux's Manuel, d. h. es ist mit dem einen Krystalle eines Zwillings nach $P(001)$ in dritter nach $x(\bar{1}01)$ verbunden, welcher letztere auch durch einen Karlsbader Zwilling ersetzt sein kann, ebenso wie auch statt des Zwillings nach P ein Karlsbader eintreten kann, oder es ist ein Bavenoër Zwilling mit einem Karlsbader derart verbunden, dass je ein Krystall beider Zwillinge dem anderen parallel ist. Eine zweite Gruppe von sehr häufig vorkommenden Verwachsungen zeigt den Habitus einfacher, nach PM rectangulärer Krystalle, in welche aber einzelne Theile nach (001) und (021) zwillingsartig

eingewachsen sind. Unter den Bavenoër Zwillingen zeigen manche eine besonders grosse Entwickelung von $z\{130\}$, wie sie von den Krystallen von Lomnitz bekannt ist. Eine besonders merkwürdige Gruppirung besteht aus zwei Karlsbader Zwillingen, deren M-Flächen 90^0 mit einander bilden und aus deren Durchkreuzungslinie ein Bavenoër Zwilling herausragt, an welchem eine M-Fläche gleichsam die Fortsetzung der M-Fläche eines der zuerst erwähnten Krystalle bildet.

Ref.: P. Groth.

18. L. Michel (in Paris): **Darstellung krystallisirter Seleniate** (Bull. soc. min. d. Fr. 1888, **11**, 182). Wenn man selensaures Alkali mit einem Metallchlorür und einer kleinen Menge Chlornatrium bei lebhafter Rothgluth zwei Stunden lang in Fluss hält, so besteht der nach langsamer Abkühlung und Behandeln mit Wasser verbleibende Rückstand noch grösstentheils aus einem krystallinischen Pulver. Setzt man aber hierzu von Neuem Chlornatrium und erhitzt bis zur Verflüchtigung des grössten Theiles des letzteren, so erhält man schöne, bis zu einigen Millimetern grosse Krystalle von dem Seleniate des betreffenden Metalles. Nach dieser Methode stellte der Verf. die dem Baryt, Cölestin und Anhydrit isomorphen selensauren Salze dar.

Selensaures Baryum: durchsichtige, farblose oder himmelblaue Krystalle, Härte 3—4, spec. Gew. 4,75. Unlöslich in Wasser und concentrirter Salpetersäure, durch Salzsäure zersetzbar. Comb. $\{102\}$, $\{011\}$, $\{001\}$, nach letzterer spaltbar.

	(102):(001)	(011):(01$\bar{1}$)
SeO_4Ba	$38^0 55'$	$74^0 53'$
SO_4Ba	38 52	74 36

Optische Axenebene (010), erste Mittellinie $\perp(100)$, Doppelbrechung $+$. $2E = 58^0 48'$, deutliche Dispersion $\varrho < v$. Die blau gefärbten Krystalle zeigen: $\mathfrak{a}$ blau, $\mathfrak{b}$ farblos, $\mathfrak{c}$ blau.

Selensaures Strontium: den vorigen sich ähnlich verhaltende, sehr schöne Krystalle vom spec. Gew. 4,23. Beobachtete Formen: $\{001\}$, $\{102\}$, $\{110\}$, in derselben Ausbildung wie am Cölestin vom Eriesee.

	(102):(001)	(110):(1$\bar{1}$0)
SeO_4Sr	$39^0 33'$	$75^0 57'$
SO_4Sr	39 25	76 2

Optische Axenebene (010), erste Mittellinie $\perp(100)$, Doppelbrechung $+$. $2E = 88^0$ ca. Dispersion $\varrho < v$. Pleochroismus wie beim Ba-Salz.

Selensaures Calcium: farblose oder milchweisse Krystalle, Härte $3\frac{1}{2}$, spec. Gew. 2,93. Wenig löslich in Wasser und Salpetersäure und durch Salzsäure nur langsam zersetzbar. Rectanguläre, basische Tafeln mit sehr kleinen Abstumpfungsflächen von $\{110\}$, deren Tracen auf (001) in Form zahlreicher feiner Linien, auf eine Spaltbarkeit hindeutend, erscheinen; $(110):(1\bar{1}0) = 79^0 55'$ (Anhydrit zeigt ähnliche Streifen, welche sich unter $79^0 52'$ schneiden). Drei deutliche, zu einander rechtwinklige Spaltungsebenen. Optische Axenebene (001), erste Mittellinie $\perp(100)$.

Selensaures Blei erhält man nach derselben Methode nur chlorhaltig, in krystallisirtem reinem Zustande dagegen, wenn man die gefällte Verbindung bei 300^0 mit einem Gemenge von Kali- und Natronsalpeter schmilzt. Die erhaltenen Krystalle haben die Form und optischen Eigenschaften des Anglesit.

Ref.: P. Groth.

XXII. Einige Betrachtungen über Polymorphie und Mimesie.

Von

R. Prendel in Odessa.

Im 8. Bande der »Bull. d. l. soc. minér. de France« erschien ein Aufsatz von Herrn Curie*), in dem er die Ansichten von Gauss und Maxwell über den Zusammenhang zwischen der Form eines Körpers und seiner Oberflächenenergie auf die Krystalle überträgt und unter Anderem zu folgendem Schlusse kommt:

»Si le corps est soustrait à toutes les forces autres que les forces capillaires, le système tendant à avoir une énergie la plus petite possible et le corps prend la forme sphérique .... Si plusieurs surfaces de séparation S, S^1, S^2 .... de constante capillaire A, A^1, A^2 .... limitent le corps la forme stable sera celle qui donnera un minimum pour la quantité $AS + A_1 S_1 + A_2 S_2$ (l. c. p. 147).«

Wenn wir einstweilen die Frage, wann dieser letzte Umstand für die Krystalle eintritt, als offen betrachten, da doch uns bis jetzt keine Experimente vorliegen, die über die relative Grösse der Capillarconstanten von krystallographisch verschiedenen Flächen einen Aufschluss geben, so unterliegt es doch keinem Zweifel, dass bei krystallographischer Gleichheit der Flächen diejenigen Gestalten, welche einer Kugel näher stehen, oder mit anderen Worten, deren relative Oberfläche caeteris paribus kleiner ist, als stabilere anzusehen sind gegenüber denjenigen, deren relative Oberfläche grösser erscheint**).

---

*) Curie: Sur la formation des cristaux et sur les constantes capillaires de leurs differentes faces. Ref. in dieser Zeitschr. **12**, 651.

**) Unter dem Ausdrucke »relative Oberfläche« verstehe ich das Verhältniss zwischen der Grösse der Oberfläche und dem Volumen. Das Wort Stabilität wird hier gebraucht, um den Widerstand zu bezeichnen, welchen die Krystalle den Lösungsmitteln und dergl. physikalischen und chemischen Agentien, die ihre Krystallform zu zerstören streben, entgegensetzen.

Wenn wir nun diesen Satz ein wenig verallgemeinern und annehmen, dass überhaupt bei der Erhöhung der Symmetrie in einem Krystallkörper seine relative Oberfläche kleiner wird*), so müssen caeteris paribus diejenigen Krystallkörper stabiler sein, die zu den Systemen der höheren Symmetrie gehören.

Da aber in der Natur die grössere Widerstandsfähigkeit der Krystalle sich unter anderem in ihrer grösseren Verbreitung documentirt, so müssten wir, falls dieser Satz richtig wäre, in der Natur verhältnissmässig öfters diejenigen Modificationen eines dimorphen Körpers finden, deren Krystallformen einen höheren Symmetriegrad besitzen.

Folgende Tabelle zeigt, dass in der That ein solches Verhalten im Mineralreiche für die meisten dimorphen Körper existirt.

A. (die eine Modification krystallisirt im tesseralen Systeme).

Schwefelkies	ist mehr verbreitet als	Markasit (rhomb.)
Zinkblende	- - - -	Wurtzit (hexag.)
Kobaltglanz	- - - -	Glaukodot (rhomb.)
Speiskobalt	- - - -	Spathiopyrit (rhomb.)
Silberglanz	- - - -	Akanthit (rhomb.)
Chloanthit	- - - -	Rammelsbergit (rhomb.)
Wismuthblende	- - - -	Agricolit (monokl.)
Granat	- - - -	Partschin (monokl.)
Arsenit	- - - -	Claudetit (monokl.).

Als Ausnahme gelten Valentinit und Senarmontit (die, wie es scheint, beide gleich selten gefunden werden) und der Kohlenstoff.

B. (die eine Modification krystallisirt hexagonal).

Kalkspath	ist mehr verbreitet als	Aragonit (rhomb.)
Quarz	- - - -	Tridymit (rhomb.? monokl.?)
Pyrargyrit	- - - -	Pyrostilpnit (monokl.).

Ausnahme: Kalisalpeter, welcher in rhombischen Krystallen stabiler erscheint, als in rhomboëdrischen.

C. (die eine Modification krystallisirt tetragonal).

Rutil (und Anatas) mehr verbreitet als Brookit (und Edisonit) (rhomb.).

*) Dieser Satz kann insofern mathematisch bewiesen werden, als nicht nur in den Grenzen eines und desselben Systemes die Erhöhung des Symmetriegrades bei den einfachen Formen die Verkleinerung der relativen Oberfläche nach sich zieht, sondern auch in analogen Formen verschiedener Systeme die relative Oberfläche derjenigen Krystallformen kleiner ist, welche einem höheren Systeme angehören, so z. B. beim Würfel ist sie kleiner als bei allen anderen Hexaëdern gleichen Volumens, beim Oktaëder kleiner als bei allen anderen Pyramiden u. s. w.

D. (die eine Modification krystallisirt rhombisch).

Rhombischer Schwefel	kommt öfters vor als	monokl. Schwefel.
Enargit	- - - -	Clarit (rhomb.)
Andalusit (und Sillimanit)	- - - -	Disthen (monokl.) *).

E. (die eine Modification krystallisirt monoklin).

Orthoklas	ist mehr verbreitet als	Mikroklin (triklin)
Monokl. Skolezit	- - - -	trikl. Skolezit.

Aus dieser Uebersicht der dimorphen Mineralien ist meiner Ansicht nach zu schliessen:

1) dass mit wenigen Ausnahmen in der Natur öfters diejenige Modification derselben vorkommt, welche einen höheren Symmetriegrad besitzt, und

2) dass der Dimorphismus im Mineralreiche am meisten unter denjenigen Arten verbreitet ist, bei denen die eine Modification im tesseralen Systeme krystallisirt **).

Die Existenz der wenigen angeführten Ausnahmen ist vielleicht dadurch bedingt, dass wir nicht im Stande sind, die zweite Hälfte des Curieschen Satzes in Betracht zu ziehen, weil wir dazu keine empirischen Data haben.

Der Einwand, den man machen könnte, dass bei der Krystallbildung der dimorphen Körper in der Natur hauptsächlich solche Bedingungen herrschen, die die Bildung von Formen der höheren Symmetrie ausschliesslich begünstigen, ist kaum möglich.

Wenn wir nun auf Grund der angeführten Thatsachen die Annahme zulassen, dass für jede gegebene dimorphe Substanz die relativ mehr symmetrische Form eine grössere Garantie für ihr Dasein im krystallisirten Zustande darbietet, so wird es uns nicht befremdend erscheinen, dass beim Eintritte solcher Umstände, welche die Krystallstructur des dimorphen Körpers zu zerstören streben, die weniger symmetrische Modification in eine mehr symmetrisch gebaute übergeht und dadurch so zu sagen den zerstörenden Einflüssen einen möglichst grösseren Widerstand leistet; das ist so zu sagen ein passiver Kampf um's Dasein.

In der That zeigen ein solches Verhalten die meisten dimorphen Substanzen bei der Bildung von Paramorphosen: monokliner Schwefel verwandelt sich beim Erwärmen oder Ritzen in rhombischen; Aehnliches beobachtet man beim gelben rhombischen Quecksilberjodid, welches dabei in die rothe tetragonale Modification übergeht; das monokline schwefelsaure

*) Dass Disthen weniger stabil ist als Sillimanit, zeigten die Versuche von Herrn W. Vernadsky (Bull. d. l. soc. minér. d. France **12**, 451).

**) Die Hälfte der uns bekannten dimorphen Mineralien gehört zu dieser Kategorie.

Nickeloxyd verwandelt sich in's tetragonale; das selensaure Salz zeigt ein ähnliches Verhalten. Rhombisches schwefelsaures Kali wird beim Erwärmen hexagonal; Jodsilber geht aus der hexagonalen Modification in die tesserale über. Rhombischer Boracit paramorphosirt sich beim Erhitzen in die tesserale Modification. Leucit und Arsenit zeigen ein ähnliches Verhalten; Aragonitkrystalle zerfallen beim Erwärmen in winzige Rhomboëder des Kalkspathes u. s. w. u. s. w.

Ein besonderes Interesse in dieser Hinsicht bietet uns das salpetersaure Ammonium dar, dessen rhombische Modification nach Lehmann's Untersuchungen bei 87° in eine hexagonale übergeht, welche letztere sich bei 120° in eine tesserale Abänderung umwandelt.

In diesem Beispiele haben wir eine consecutive Steigerung des Symmetriegrades im Baue des Molekularnetzes: wenn die Existenz der rhombischen Modification unmöglich wird, erfolgt eine Umsetzung der sie bildenden Molekel, und es entsteht ein Netz, das dem Systeme einer höheren Ordnung — dem hexagonalen Systeme — entspricht; bei der weiteren Aenderung der Umstände lagern sich die Molekel nochmals um und nehmen eine noch mehr symmetrische gegenseitige Lage ein — das Netz entspricht jetzt dem tesseralen Systeme, dessen Krystallbau am meisten fähig ist, den zerstörenden Einflüssen Widerstand zu leisten*).

Ein umgekehrtes Verhalten zeigen nur wenige polymorphe Körper.

Es scheint mir deswegen gerechtfertigt zu sein anzunehmen, dass bei den meisten polymorphen Substanzen die grösste Stabilität derjenigen Modification angehört, welche einen höheren Symmetriegrad des inneren und äusseren Krystallbaues besitzt.

Wollen wir jetzt versuchen die Wege zu verfolgen, welche die Natur einschlägt, um die letzte von den erwähnten Bedingungen zu erreichen.

Es ist bekannt, dass die Zwillingsbildung den Symmetriegrad bei den Krystallen erhöht. Wir wissen aber, dass dimorphe Körper eine besondere Neigung zu Zwillingsbildungen zeigen, und mit Recht betont Groth, dass, »in diesem Falle zeigt nämlich stets die weniger symmetrische Form Zwillingsbildungen, welche bei polysynthetischer Wiederholung die äussere Form der höher symmetrischen Form hervorbringen (Pseudosymmetrie, Mimesie)**).«

Von unserem Standpunkte betrachtet, stellt Mimesie eine Erscheinung

*) Die Frage nach dem Grunde dieser Erscheinung, ob vielleicht der geometrische Charakter des Molekularnetzbaues ein derartiger ist, dass beim Zerfallen der Maschen immer mehr und mehr symmetrische Anordnung der integrirenden Molekel entsteht und keine andere Gruppirung daraus hervorgehen kann, oder ob etwa die Umsetzung der Molekel solchen kinetischen Gesetzen unterworfen ist, welche ausschliesslich eine mehr symmetrische Gruppirung zur Folge haben, bleibt dabei eine offene.

**) *Tabellarische Uebersicht der Mineralien* 3. Aufl., 1889, S. 3.

dar, die den Elementen der niedrigeren Symmetrie eine Möglichkeit darbietet, solche Formen aufzubauen, welchen eine relativ kleinere Oberfläche zukommt. Dies scheint der Grund zu sein, warum die meisten tesseralen Krystalle entweder unzweifelhaft mimetisch sind oder in dieser Hinsicht unter Verdacht stehen; selten sind pseudo-hexagonale und pseudo-tetragonale Krystalle zu finden, und noch geringer ist die Zahl der uns bekannten mimetischen Krystalle im rhombischen und monoklinen Systeme*).

Es fällt dabei noch ein Umstand in's Auge, dass nämlich die Mimesie ausser der relativ kleineren Oberfläche der Substanz noch andere Vortheile schafft, die zur leichteren Erhaltung des krystallinen Zustandes eines Körpers führen.

Bevor ich aber zu diesem Gegenstande übergehe, möchte ich noch einige Speculationen über den Bau der Zwillinge folgen lassen, da doch die mimetischen Krystalle nichts anderes als Zwillingsverwachsungen darstellen.

Wir wissen, dass unter den Krystallbegrenzungselementen die Ecken und Kanten den zerstörenden Einflüssen gegenüber am wenigsten widerstandsfähig sind**). Bei den meisten Zwillingen aber ist die Summe der Ecken und Kanten kleiner als bei den sämmtlichen sie bildenden Individuen, was besonders scharf bei den monoklinen, triklinen und einigen rhombischen polysynthetischen Zwillingsbildungen hervortritt.

Es ist dabei noch ein Umstand beachtungswerth, dass nämlich in den meisten Fällen nicht nur die Ecken und Kanten als loci minoris resistentiae möglichst verborgen erscheinen, sondern manchmal auch diejenigen Krystallflächen, welche die kleinste Widerstandsfähigkeit zeigen, entweder ganz den Wirkungen der zerstörenden Agentien entzogen werden oder theilweise geschützt erscheinen.

So ist z. B. in den Aragonitdrillingen von Bastennes, Molina u. a. Localitäten das leicht corrodirte Brachypinakoid ganz versteckt und der Drilling erscheint nur von den mehr widerstandsfähigen Flächen des Prismas und der Basis begrenzt. Ein weiteres Beispiel liefert der Orthoklas: an den einfachen Krystallen erscheint das Klinopinakoid fast immer zerfressen und öfters ist seine Oberfläche in Chlorit verwandelt, die Flächen des Prismas aber, sowie diejenigen von $\{001\}$ und $\{10\bar{1}\}$ $\{10\bar{2}\}$ sind meistens frisch. Im Karlsbader Zwilling sind nun schon von vier Klinopinakoidflächen nur zwei nach aussen gewendet, im Bavenoer Vierling aber sieht man gar keine

*) »Es giebt wohl keine regulären und wenig tetragonale Substanzen, welche keine optischen Anomalien zeigten, während die weniger symmetrischen Krystalle fast immer optisch homogen sind.« P. Groth, Die Molekularbeschaffenheit der Krystalle, S. 22.

**) Dies wäre wahrscheinlich die Ursache, warum das scharfe Ende bei den meisten hemimorphen Mineralien im Gesteine steckt; so verbergen z. B. die Krystalle vom Kieselzinkerz ihr scharfes durch (121) begrenztes Ende gewöhnlich im Mutter

Klinopinakoidfläche mehr und an der äusseren Begrenzung des Vierlings nehmen hauptsächlich die Flächen des Prismas und der Basis Antheil.

In diese Kategorie der Erscheinungen gehören wahrscheinlich auch die Gypszwillinge von Eisleben (die relativ leicht verwitternden Prismenflächen sind verborgen), die Quarzzwillinge von Dauphiné, bei denen so oft die leichter corrodirten Flächen $-R$ von den widerstandsfähigeren Flächen $+R$ überwachsen sind, u. dergl.

Die Neigung der Krystalle, ihre loci minoris resistentiae zu verbergen, wurde unlängst durch Becke's Versuche am Traubenzucker nachgewiesen*). Den interessanten Schlüssen, welche er aus seinen Experimenten zieht, und den Erklärungen, die er dieser Erscheinung giebt, kann ich mich nur völlig anschliessen. »Es ist sehr bemerkenswerth, sagt er (l. c. S. 493), dass die Krystalle des Traubenzuckers gerade jene Seite nach aussen kehren, welche der Auflösung den grössten Widerstand entgegensetzt. Diese Erscheinung stellt sich nun als etwas ganz Selbstverständliches dar. Da ein grosser Unterschied in der Löslichkeit zwischen den Enden der b-Axe besteht, werden bei der ersten Ausscheidung nur jene Krystallkeime sich erhalten und weiterwachsen, welche ihre lösliche Seite in der Unterlage gleichsam verbergen**); die anderen werden entweder überhaupt nicht abgesetzt oder doch bald wieder gelöst« . . . . . . »Es scheint mir nicht unwahrscheinlich (führt einige Zeilen weiter Herr Becke fort), dass die hier gewonnene Erfahrung sich wird verallgemeinern lassen derart, dass man behaupten kann, die Krystalle bilden sich überhaupt in der Weise aus, dass ihre Oberfläche der Mutterlauge den möglichsten Lösungswiderstand darbietet.«

Wir sahen schon, dass die Zwillingsbildung in den meisten Fällen den Sammelindividuen solche Vortheile liefert, welche sie gewissermassen vor zerstörenden Agentien schützen. Dasselbe gilt auch für die mimetischen Krystalle.

Herr Curie ist der Meinung, dass der günstigste Moment für die gemeinschaftliche Existenz der Krystalle dann eintritt, wenn entweder alle sich bildenden Krystalle eine und dieselbe Grösse erreicht haben, oder wenn sie sich zu einem einzigen grossen Krystalle vereinigen. Wäre vielleicht die Realisation dieser Bedingungen in der Mimesie zu suchen?

Durch Entwickelung des Curie'schen Satzes und durch die Uebertragung seiner Schlüsse auf dimorphe Mineralien habe ich zu beweisen versucht, dass diejenigen Modificationen polymorpher Körper, welche einen

*) Die Krystallform des Traubenzuckers etc. Min.-petrogr. Mittheil. Neue Folge, **10**, Heft VI, S. 491 u. ff.

**) *Vergl.* unsere Bemerkung über Kieselzinkerzkrystalle auf voriger Seite.

relativ höher symmetrischen Bau zeigen, auch meistens eine grössere Verbreitung in der Natur haben, und vice versa geschlossen, dass dieselben auch eine grössere Widerstandsfähigkeit besitzen.

Es bleibt noch die Frage unentschieden, ob diese Widerstandsfähigkeit ausschliesslich im äusseren Habitus des Krystalles zu suchen sei, oder auch im inneren Baue desselben ihren Grund hat. Meiner Ansicht nach hängt sie von diesen beiden Factoren ab, da doch der äussere Habitus nur eine Abspiegelung vom inneren Molekularbaue ist. Ich habe deshalb jetzt eine Reihe von Versuchen vorgenommen, welche den Beweis liefern sollen, dass die Löslichkeit polymorpher Substanzen auch von ihrem Molekularbaue beeinflusst wird, und hoffe nächstens einen besonderen Artikel darüber zu veröffentlichen.

Herr Schrauf ist der Meinung, dass die grössere Widerstandsfähigkeit und die grössere Verbreitung gewisser Modificationen polymorpher Mineralien in der Natur durch ihr höheres specifisches Gewicht, d. h. durch die grössere Anzahl von Molekeln in einer Volumeneinheit, bedingt ist. Als einzige Ausnahme von dieser Regel wird von ihm $CaCO_3$ angeführt, welches mit kleinerem spec. Gew. 2,7 (Calcit) öfters gefunden wird, als mit dem höheren spec. Gew. 2,9 (Aragonit). Ich könnte noch die arsenige Säure hinzufügen (Arsenit spec. Gew. 3,7 häufiger als Claudetit spec. Gew. 3,8). Meiner Meinung nach sollte aber hier nicht nur die Quantität der Materie in der Volumeneinheit, sondern auch ihr Molekularbau in Betracht kommen. Die Frage, ob zwischen diesen beiden Factoren eine bestimmte Abhängigkeit existirt, ist einstweilen nicht zu beantworten; es ist aber sehr wahrscheinlich, dass eine derartige Abhängigkeit im Allgemeinen anzunehmen sei, da meistens diejenige Modification, welche ein höheres spec. Gew. besitzt, auch in einem Systeme von relativ höherer Symmetrie krystallisirt*).

Fassen wir nun die aus den oben angeführten Thatsachen und Betrachtungen gezogenen Folgerungen kurz zusammen, so lassen sie sich folgenderweise formuliren:

1) Ein jeder polymorpher Körper besitzt eine Modification, welche widerstandsfähiger und so zu sagen zur Erhaltung ihres krystallinischen Wesens besser ausgerüstet erscheint, als alle anderen Modificationen desselben Körpers.

2) Beim Eintreten von Umständen, die den Molekularbau im Krystalle der polymorphen Substanz zu ändern streben, verwandelt sich dieselbe

*) Man könnte sich dies etwa derart vorstellen, dass bei einer relativ mehr symmetrischen Anordnung der Molekel die Möglichkeit gegeben wäre, eine grössere Anzahl derselben in eine Volumeneinheit zu bringen, als dies bei einer asymmetrischen [illegible] -ung der Fall ist.

in diese stabilere und mit einem mehr symmetrischen Baue begabte Modification.

3) Durch Zwillingsbildung und Mimesie werden in den meisten Fällen solche Bedingungen erreicht, welche das Erhalten des krystallinischen Wesens der Substanz begünstigen.

Die in dieser kurzen Abhandlung niedergelegten Gedanken über Polymorphie und Mimesie sind, wie leicht zu ersehen, durch die erwähnten Schriften von Herrn Curie und Becke in mir erweckt worden. Die aus ihnen gezogenen Schlüsse sind allerdings noch nicht genügend fest begründet, hauptsächlich deshalb, weil das zu Grunde gelegte Material von dem hier behandelten Gesichtspunkte aus die Aufmerksamkeit der Fachgenossen noch wenig auf sich lenkte. Demnach wäre diese Notiz nicht als eine fertige Theorie enthaltend zu betrachten, sondern eher als ein schwacher Versuch anzusehen, den Erscheinungen der Polymorphie und Mimesie eine mehr oder weniger passende Erklärung zu geben und eine gewisse Causalität in diesen Erscheinungen zu finden.

XXIII. Ueber die Definition des Begriffes „Krystall“.

Von

O. Lehmann in Karlsruhe.

(Mit 5 Textfiguren.)

Nach den bis jetzt allgemein angenommenen Definitionen und Anschauungen ist es unzulässig, von »flüssigen« Krystallen zu reden. Gleichwohl existiren, wie ich an anderem Orte gezeigt habe*), Körper, die allen ihren Eigenschaften nach als flüssige Krystalle aufzufassen sind. Der Widerspruch bedarf also näherer Aufklärung.

Dass wir seit alten Zeiten den festen Aggregatzustand als ganz selbstverständliche Eigenschaft der Krystalle betrachten, ja häufig (irrigerweise) fest und krystallisirt geradezu als gleichbedeutend betrachten, dürfte daher rühren, dass uns wohlausgebildete Krystalle vorherrschend im Mineralreiche entgegentreten und dass wir im mineralogischen Unterrichte zuerst eine nähere Beschreibung derselben erhalten. Die Mineralogie bildet aber wie Botanik und Zoologie einen Theil der beschreibenden Naturwissenschaften, so dass wir uns daran gewöhnt haben, Krystalle mit Pflanzen und Thieren in Parallele zu stellen, welch' letztere selbstverständlich niemals flüssigen Aggregatzustand besitzen können, da alle Lebenserscheinungen eine feste Organisation zur Voraussetzung haben. Alles Leben, auch das geistige ist, wie ich bereits an anderer Stelle betonte**), durchaus an den festen Aggregatzustand gebunden.

Es kommt hinzu, dass Krystalle ähnlich wie Pflanzen und Thiere, bei Darbietung einer geeigneten Nährflüssigkeit (übersättigte Lösung der betreffenden Substanz) zu wachsen vermögen, wir sprechen von Krystallindividuen, obschon oft nichts leichter ist, als einen Krystall in mehrere

---

*) O. Lehmann, Wied. Ann. 1890, **40**, 401 und **41**, 525. Zeitschr. f. phys. Chemie 1889, **4**, 462 und 1890, **5**, 427.

) O. Lehmann, Molekularphysik, Leipzig, W. Engelmann, 1889, **2, 493.

Theile zu zerspalten. Indess auch (niedere) Pflanzen und Thiere können künstlich oder auf natürlichem Wege in mehrere Individuen zertheilt werden und ähnlich wie diese vermag sich auch ein Krystall zu vermehren, wenn er aus irgend einem Grunde in mehrere Stücke zerspringt, von welchen den bekannten Gesetzen der Ergänzung zufolge jedes wieder zu einem vollkommenen Individuum ausheilt.

Auf gleichen Gründen mag es beruhen, dass man ganz wie bei Pflanzen und Thieren seit alter Zeit das morphologische Moment, die äussere Gestalt, als wesentliches Kennzeichen in Betracht zog und dass selbst heute noch in hervorragenden Lehrbüchern Krystalle als solche feste Körper definirt werden, welche sich bei ungestörtem Wachsthume in ebenflächiger polyëdrischer Umgrenzung ausgebildet haben.

Die Anwendung dieser Definition stiess auf mancherlei Schwierigkeiten. Von Krystallen verschiedener Substanzen bilden sich die einen in Form schönster regelmässigster Polyëder aus, während andere unter anscheinend ganz denselben Verhältnissen, also ebenfalls bei Abwesenheit aller äusseren Störungen, nur in Form feingegliederter Skelette oder haarfeiner verbogener und verdrehter Trichiten zu erhalten sind.

Wenn es nun auch wahrscheinlich ist, dass solche Anomalien durch gewisse versteckte störende Umstände hervorgebracht werden*), so können doch über den Begriff der »Störung« erhebliche Meinungsdifferenzen entstehen, insofern es nicht wohl statthaft erscheint, Umstände, die unzertrennlich mit dem Vorgange des Wachsthums der Krystalle verbunden sind, als Störungen zu bezeichnen, da man eben auf das Vorhandensein solcher Störungen nur aus den Anomalien des Krystallwachsthums schliessen könnte, wodurch der Zusatz in der Definition ganz zwecklos wird. Dieselbe würde nicht zureichend sein, im gegebenen Falle zu entscheiden, ob der Körper ein Krystall ist oder nicht.

Derartige Erwägungen gaben Anlass, die Definition des Begriffes Krystall dahin abzuändern, dass das Hauptgewicht statt auf die äussere Form auf die innere Structur gelegt wurde. Ein Krystall wäre hiernach (wie Sohncke sich ausdrückt) »ein homogener fester Körper, dessen geometrisches und physikalisches Gesammtverhalten nach den verschiedenen in ihm gezogenen Richtungen im Allgemeinen verschieden ist« oder kürzer, ein homogener, anisotroper, fester Körper.

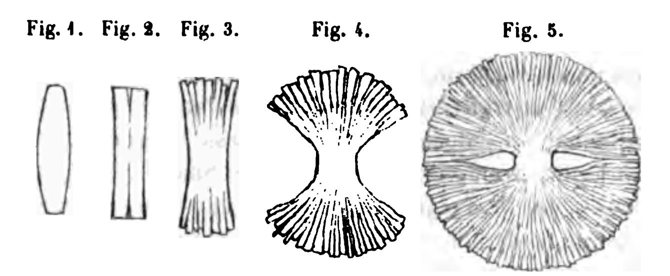
Auch diese Definition erscheint noch nicht ganz befriedigend. Berücksichtigt man, dass den Krystallen (als festen Körpern) nothwendig ein gewisses Maass von Verschiebungselasticität zukommt, dass sie sich bis zu einem gewissen Grade thatsächlich (ohne bleibende Aenderung) biegen oder drillen lassen und dass während der Deformation die geforderte Homogeni-

*) Molekularphysik 1, 337 u. 366 ff.

tät der inneren Structur nicht mehr vorhanden ist, so könnte man sich veranlasst fühlen, die Definition in der Weise zu ergänzen, dass Homogenität nur bei »Abwesenheit eines äusseren Zwanges« gefordert wird. Die selbständige Ausbildung gekrümmter und gedrehter Krystalle hätte man dann auf störende Kräfte zurückzuführen, welche während des Wachsthumes einen Zwang ausüben können, wie z. B. die Oberflächenspannung*). Gekrümmte Trichiten wären aufzufassen als elastisch gekrümmte Krystalle, welche durch die Oberflächenspannung oder, im Falle der Verdickung, durch die Cohäsion der Oberflächenschicht gehindert werden, ihre normale Gestalt anzunehmen.

Die Wirkung eines derartigen Zusatzes zur Definition ergiebt sich sofort, wenn wir dieselbe auf einen Sphärokrystall anwenden. Die Sphärokrystalle entstehen durch das Bestreben der Krystalle sich an einzelnen Stellen zu krümmen, wobei daselbst Sprünge entstehen, welche zu immer weitergehender Zerfaserung führen. Bei Krystallen von Chinolyl, welche ich Herrn Einhorn in Aachen verdanke, hatte ich vor Kurzem Gelegenheit, dies noch deutlicher zu beobachten, als in bereits früher beschriebenen Fällen. Die Krystalle schieden sich aus der Lösung in Anilin in kleinen, scheinbar regelmässigen Prismen aus, welche gegen die Enden hin schwach verjüngt waren (Fig. 1). Offenbar war aber an beiden Enden eine Spannung vorhanden, denn nach kurzer Zeit trat dort ein Sprung ein und das Prisma theilte sich in zwei Hälften (Fig. 2), entweder vollständig oder so,

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.



dass dieselben an einer Stelle, gewöhnlich in der Mitte, zusammenhängend blieben. Allein auch diese Spaltungsstücke vermochten nicht ungestört weiter zu wachsen, jedes erhielt abermals Sprünge (Fig. 3) und es ergab sich so die sehr häufig zu beobachtende pinselförmige Zerfaserung, welche wie in den Figg. 4 und 5 schematisch angedeutet ist, schliesslich zur Bildung eines Sphärokrystalles führt.

Darf man sagen: »ein Sphärokrystall« oder ist es nöthig**), das Gebilde als »sphärolitisches Aggregat« zu bezeichnen? Verzichten wir auf

*) Molekularphysik 1, 366.

**) Wie Cohen annimmt. Vergl. Molekularphysik 1, 379, Anmerkung.

obigen Zusatz in der Definition, so ist jeder gekrümmte Krystall ein Aggregat von unendlich vielen unendlich kleinen Krystallen, somit auch der Sphärokrystall, es genügt nicht, denselben einfach als centralfaseriges Aggregat zu bezeichnen, womit natürlich nicht gesagt sein soll, dass centralfaserige Aggregate überhaupt nicht existiren, denn solche entstehen immer, sobald sich Krystallnadeln nach allen möglichen Richtungen orientirt an einen fremdartigen Krystallisationskern, ein Staubfäserchen und dergleichen ansetzen.

Fügen wir oben erwähnten Zusatz der Definition bei, so ist der Sphärokrystall wirklich ein einheitlicher Krystall (sofern nicht, was allerdings die Regel ist, Sprünge an der Basis der Nadeln entstanden sind) und der Unterschied von einem normalen Krystalle besteht nur darin, dass die einzelnen Fasern durch die Krümmung an ihrer Basis in Folge innerer Spannungen elastisch verbogen sind und sich gegenseitig hindern in die normale Lage zurückzukehren, so wie etwa ein Glimmerblatt nicht aufhört ein Krystallindividuum zu sein, wenn wir es an der Peripherie in Fasern aufschlitzen und die Fasern mit einander verschränken.

Die Auffassung eines verbogenen Krystalles als Aggregat unendlich vieler unendlicher kleiner Krystalle stösst auf mancherlei Schwierigkeiten. Die Vorstellung eines solchen Aggregates ist uns unmöglich, wenn wir nicht die Molekularhypothese hinzunehmen, aber auch dann bleibt die zweite Schwierigkeit bestehen, dass schon durch die geringste Deformation plötzlich aus einem Krystalle unendlich viele (oder sehr viele) werden, welche ebenso plötzlich wieder beim Nachlassen der Spannung in einen einzigen zusammenwachsen. Dabei bringt diese scheinbar gründlichste Umänderung des ganzen Krystalles in den äusseren Eigenschaften nicht die geringste auffällige Veränderung hervor, so dass, wenn wir nicht zufällig auf die Kraft aufmerksam werden, welche die Spannung erzeugt, wir den Unterschied zwischen dem eigentlichen Körper und dem Aggregat unzähliger Individuen kaum bemerken würden. Unsere sprachliche Bezeichnung der Dinge muss sich dem wirklichen Verhalten derselben anpassen, zwei so nahe gleiche Zustände müssen auch in der sprachlichen Bezeichnung als solche erscheinen. Darum also erscheint es zweckmässiger, die Homogenität nur für den Fall der Abwesenheit äusseren Zwanges in die Definition des Krystallzustandes aufzunehmen.

Auch eine solche Abänderung der Definition würde indess keineswegs ausreichend sein die Schwierigkeiten ganz zu beseitigen, wie wir leicht erkennen, wenn wir zur Betrachtung der bleibend deformirten Krystalle übergehen.

Es ist bekannt, dass sich Blei, Zinn, Eisen u. s. w. trotz krystallinischer Structur durch Ausschmieden in die mannigfaltigsten, ohne äusseren Zwang *haltbaren Formen* bringen lassen. Man hat bisher angenommen, dass in

diesem Falle eine Zertrümmerung der das Metallstück zusammensetzenden Krystalle in kleinere Bruchstücke und Wiederverschweissen derselben in unregelmässiger Aneinanderlagerung stattfinde. Schon der eine Umstand, dass in solchem Falle nothwendig Lücken im Inneren entstehen müssten, falls man eine Deformationsfähigkeit der einzelnen Krystallsplitter läugnet, somit das geschmiedete Metall minder dicht sein müsste, als das ungeschmiedete, was nicht der Fall ist, weist darauf hin, dass, auch wenn eine solche Zertrümmerung eintritt, die Bruchstücke vor dem Verschweissen nothwendig sich so deformiren müssen, dass ihre Oberflächen sich gegenseitig dicht aneinander anschmiegen. Ich habe mich nun, wie an anderem Orte*) näher ausgeführt ist, davon überzeugt, dass dies wirklich der Fall ist und Herrn Kick**) ist es sogar gelungen, durch Compensation der bei der Deformation auftretenden Zugspannungen durch allseitigen Flüssigkeitsdruck relativ grosse Krystalle ohne die mindeste Aufhebung des Zusammenhanges stetig zu deformiren, z. B. Steinsalzkrystalle zu tonnenförmiger Gestalt platt zu drücken. Durch die Untersuchungen von Herrn Reinitzer***) ist man ferner auf Krystalle aufmerksam geworden, deren Consistenz noch geringer zu sein scheint als die von sehr dünnem Kleister, so dass sie schon durch den geringsten Druck zum Fliessen gebracht werden können.

Wie weit man nun auch die bleibende Deformation treiben mag, stets behält der Krystall seine Eigenschaften in gleicher Weise bei, wie bei elastischer Deformation, er ist der veränderten äusseren Gestalt entsprechend anisotrop und wächst mit gekrümmten Flächen weiter mit derselben Geschwindigkeit wie ein normaler Krystall, kurz in keiner Hinsicht lässt sich, wie man etwa auf Grund der Vorstellung eines Zerfalles in ein Aggregat unendlich vieler unendlich kleiner Theilchen oder der entsprechenden Molekularhypothese vermuthen könnte, eine Annäherung an den amorphen Zustand beobachten.

Die gleichen Schwierigkeiten, die sich schon oben bei der Betrachtung der elastischen Deformation geltend machten, kommen auch hier wieder auf's Neue zum Vorschein, lassen sich aber nicht mehr durch einen Zusatz zur Definition beseitigen, denn die Inhomogenität bleibt, wenn auch der äussere Zwang völlig verschwindet.

Absolute Homogenität kann hiernach unmöglich eine wesentliche Eigenschaft des Krystallzustandes sein, wir müssen solche Inhomogenitäten als zulässig betrachten, wie sie durch strömende Bewegungen im Inneren des Krystalles analog den strömenden Bewegungen im Inneren einer Flüssig-

*) Zeitschr. f. phys. Chemie 1890, 4, 467.

**) Technische Blätter 1889, 21, Heft 3 und Verh. d. Ver. z. Beförd. d. Gewerbfleisses 1890, Sitzung v. 6. Januar.

***) Siehe O. Lehmann, Zeitschr. f. phys. Chem. 1889, 4, 462.

keit entstehen können. Damit fällt aber ohne weiteres die Nothwendigkeit anzunehmen, dass ein Krystall immer fest sein muss, denn der feste Aggregatzustand ist durch unendlich viele Uebergangszustände mit dem flüssigen verbunden, ähnlich wie der flüssige mit dem gasförmigen. Wenn wir, wie bei den Reinitzer'schen Präparaten, sehen, dass Krystalle möglich sind, deren Elasticitätsgrenze so gering ist, dass sie bis jetzt nicht nachgewiesen werden konnte, so steht nichts im Wege noch einen Schritt weiter zu gehen und anzunehmen, dass sie geradezu gleich Null sein kann, d. h. dass der Zustand des Körpers flüssig sein kann, ohne dass letzterer aufhört Krystall zu sein; denn der Umstand, dass strömende Bewegungen in der Flüssigkeit möglich sind, ist ohne Bedeutung, nachdem erkannt ist, dass die daraus entspringende Inhomogenität das Wesen des Krystalles nicht beeinflusst.

Die Definition des Begriffes Krystall würde sich hiermit etwa auf folgende reduciren: »Krystall ist jeder chemisch homogene Körper, welcher bei Abwesenheit eines durch äussere oder innere Spannungen hervorgerufenen Zwanges anisotrop ist. Derselbe hat die Eigenschaft in übersättigter Lösung zu wachsen.«

Sobald es also gelingt, eine chemisch homogene Flüssigkeit nachzuweisen, welche anisotrop ist und zwar im natürlichen ungezwungenen Zustande, so steht nichts im Wege, diese Flüssigkeit als »krystallinisch« zu bezeichnen, wie es denn auch Verf. kürzlich gethan hat*) bei flüssigen Modificationen dreier von Herrn Prof. Gattermann in Heidelberg dargestellten Präparaten (Azoxyphenetol, Azoxyanisol und einer dritten ähnlichen Verbindung).

Dass diese Präparate (d. h. die betreffenden Modificationen derselben) nicht etwa sehr weiche feste Körper, sondern wirkliche Flüssigkeiten sind und dass die beobachtete (durch starke Doppelbrechung nachgewiesene) Anisotropie nicht etwa durch fremde Einlagerungen oder innere Spannungen bedingt ist, sondern der völlig reinen, ringsum freien Flüssigkeit zukommt, wurde in der Weise erkannt, dass sich kleine Partikelchen der Masse in einer specifisch gleich schweren Flüssigkeit zu mathematisch genauen Kugeln abrundeten, was unmöglich wäre, wenn sich der Wirkung der Oberflächenspannung irgend welche elastische Kraft entgegenstellte.

Ferner zeigte sich, wie zu erwarten war, dass zwei solche Krystalltropfen wie Flüssigkeitstropfen bei Berührung zu einem zusammenfliessen und umgekehrt einer in zwei zertheilt werden kann und dass dabei die Anisotropie eine durchaus regelmässige wird, sobald Gleichgewicht eingetreten ist.

Für die verschiedenen Punkte eines solchen im Gleichgewichte befind-

*) *Wied. Ann.* 1890, **40**, 401 und **41**, 525.

lichen Krystalltropfens wurde die Richtung der optischen Elasticitätsaxen gegeben durch die Kraftlinien zwischen zwei diametral gegenüberliegenden Punkten auf der Kugel, diese als Magnetfeld gedacht, die Punkte selbst als Pole.

Im Gegensatze zu anderen Flüssigkeiten, namentlich zum eigentlichen Schmelzflusse der betreffenden Substanzen, hatten die krystallinischen Flüssigkeiten nicht die Fähigkeit feste Körper aufzulösen, wohl aber konnten sie sich ganz unbeschränkt gegenseitig mischen, d. h. zu Mischkrystallen vereinigen.

Nach alledem dürfte es nöthig sein, nicht nur die bisherige Definition des Krystallzustandes in gedachter Weise abzuändern, sondern auch alle Vorstellungen, die wir uns vom Standpunkte der Molekulartheorie über die Krystallstructur machen, entsprechend zu modificiren.

Nicht die regelmässige Anordnung der Moleküle zu einem regelmässigen Punktsysteme ist das Wesentliche des Krystalles, sondern die Anisotropie der Moleküle selbst, welche indirect erst den regelmässigen Aufbau des Körpers zur Folge hat.

Ein anderes Punktsystem entspricht auch anders gearteten Molekülen. Allotrope Umwandlung ist nicht durch Umlagerung des Punktsystemes, sondern durch Umänderung der Moleküle selbst bedingt und ebenso Schmelzung und Verdampfung. Kurz wir kommen zu allen den Schlussfolgerungen, die in meinem Buche über Molekularphysik, Schlusskapitel, dargelegt sind und dort auf anderem Wege gewonnen wurden. Polymorphie, d. h. Vorkommen einer und derselben chemischen Verbindung in zwei oder mehr verschiedenen Krystallformen ist unmöglich und ebensowenig kann chemisch ein und dieselbe Substanz in zwei oder drei verschiedenen sprungweise in einander übergehenden Aggregatzuständen vorkommen. Die sogenannten allotropen Modificationen und verschiedenen Aggregatzustände eines Körpers sind in Wirklichkeit chemisch verschiedene Körper.

»Kein chemisch einheitlicher Stoff krystallisirt (wenn überhaupt) in mehr als einer Krystallform.«

»Kein chemisch einheitlicher Stoff besitzt (abgesehen von stetigen Aenderungen) mehr als einen Aggregatzustand.«

XXIV. Einige Fälle von Allotropie.

Von

O. Lehmann in Karlsruhe.

In einer früheren Abhandlung *) wurde gezeigt, dass weitaus die Mehrzahl der Fälle sogenannter Polymorphie, Allotropie u. s. w. sich in zwei Gruppen theilen lässt, die ich auf Grund molekular-theoretischer Betrachtungen als physikalische Polymerie und Metamerie unterschied. Die Benennungen sind insofern nicht sehr zweckmässig, als sie Hypothetisches und Thatsächliches vermengen. Bei einer späteren Zusammenstellung der Erscheinungen **) wählte ich deshalb andere Ausdrücke, nämlich statt physikalische Polymerie: Enantiotropie, statt physikalische Metamerie den Ausdruck: Monotropie.

Die meisten der von mir beobachteten hierhergehörigen Fälle sind in dieser Zeitschrift beschrieben worden, einzelne sind indess nur in meinem Buche über Molekularphysik beschrieben, andere überhaupt noch gar nicht veröffentlicht. Der Vollständigkeit halber erlaube ich mir nachfolgend dieselben kurz zusammen zu stellen:

1) Vierfachbromkohlenstoff.

Siehe Molekularphysik **1**, 178.

2) Pseudochlorcarbostyril.

l. c. **1**, 208.

3) Triphenylbismuthin.

l. c. **1**, 209.

4) Dichlorhydrochinondicarbonsäureester.

l. c. **1**, 209.

5) Quecksilberdiphenyl.

l. c. **1**, 209.

---

*) Diese Zeitschr. 1877, **1**, 97.

**) *O. Lehmann*, Molekularphysik. Leipzig, W. Engelmann, 1888 u. 89.

6) **Cholesterylacetat***).
l. c. **2**, 587.

7) **Cholesterylbenzoat***).
l. c. **2**, 592.

8) **Hydrocarotylbenzoat.**
l. c. **2**, 593.

9) **Ecgoningoldsalz** (?).
l. c. **2**, 596.

10) ***m*-Nitro-*p*-Acettoluid****).

Gattermann macht darüber die nachfolgenden Angaben, welche ich nach eigenen mikroskopischen Beobachtungen bestätigen kann.

»Nitracettoluid krystallisirt aus Wasser stets***) in citrongelben Nadeln; aus einigermassen concentrirter alkoholischer Lösung in derselben Form; nur aus verdünnten alkoholischen Lösungen krystallisirt es in vollkommen farblosen, äusserst glänzenden, sechsseitigen Tafeln, die durch Vorwalten einer Dimension in spitze Nadeln von mehr als 5 cm Länge übergehen können. Krystallisirt man die weisse Modification aus Wasser um, so geht sie in die gelbe über und umgekehrt. . . . . . . Erhitzt man die gelbe Modification auf einem Uhrglase zum Schmelzen und lässt sie äusserst langsam abkühlen oder wirft einen Krystall der weissen Modification hinein, so geht sie vollkommen in letztere über; schmilzt man diese und kühlt sie schnell ab, so geht sie wieder in die gelbe über; ein Spiel, das man mit derselben Probe beliebig oft wiederholen kann. Da hierbei ein Wiedereintreten von Wasser resp. Alkohol vollkommen ausgeschlossen ist, so ist damit bewiesen, dass beide Formen ein und demselben chemischen Individuum zukommen. . . . . . .

»Der Schmelzpunkt der reinsten farblosen Verbindung, die ich unter Händen gehabt habe, liegt bei 95°—95°,5, während die gelbe Modification etwas niedriger, nämlich bei 94° schmilzt†).

»Schliesslich will ich noch erwähnen, dass Broemme††) bei der entsprechenden Butyrylverbindung eine ähnliche Farbenänderung beim Schmelzen beobachtet hat.«

---

*) Vergl. ferner: Zeitschr. f. phys. Chemie 1889, **4**, 462.

**) Siehe L. Gattermann, Inaug.-Diss. Göttingen 1885. »Ueber einige Derivate des *m*-Nitro-*p*-Toluidins«, S. 9—11.

***) Bei mikroskopischen Versuchen erhielt ich auch farblose Krystalle.

†) Der Schmelzfluss beider Modificationen ist gelb, das Verhalten also analog dem des Dichlorhydrochinondicarbonsäureäthers, vergl. Molekularphysik **1**, 688.

Ferner sei erwähnt, dass die gelbe Modification eines der besten Präparate zur Demonstration der Krümmung der Krystalle bildet.

††) Dissertation. Göttingen 1884.

11) Azoxyphenetol und verwandte Körper.

Eine Beschreibung der eigenartigen, bei diesen Körpern wahrzunehmenden Erscheinung der Bildung einer enantiotropen flüssig krystallinischen Modification habe ich an anderem Orte*) gegeben und begnüge mich hier, darauf zu verweisen. Die Entdeckung dieser Erscheinungen verdankt man gleichfalls Herrn Professor Gattermann in Heidelberg.

12) Azoxyanisol.

Aus dem Schmelzflusse oder richtiger aus der flüssig-krystallinischen Modification**) bildete sich am besten bei Unterkühlung durch langsames Erkalten eine in grossen, dünnen Blättern auftretende labile Modification, welche sich nach einiger Zeit, besonders rasch beim Erwärmen, in die gewöhnliche gelbe (gelb — farblos dichroitische), in monosymmetrischen Prismen krystallisirende Modification umwandelte. Es war von besonderem Interesse zu sehen, dass diese labile Modification eine niedrigere Umwandlungstemperatur in die flüssig-krystallinische (enantiotrope) Modification hat als die stabile, ganz übereinstimmend damit, dass unter anderen Umständen die labile Modification den niedrigeren Schmelzpunkt besitzt.

13) Oxychinolin.

Aus dem überkühlten Schmelzflusse bildet sich eine labile (monotrope) Modification. Es ist zweckmässig, den Schmelzfluss langsam abzukühlen.

14) Tropingoldsalz.

Diese Substanz, welche ich Herrn Einhorn in Aachen verdanke, krystallisirt aus heissem Wasser in regulären Würfeln. Beim Abkühlen bildet sich eine enantiotrope, doppeltbrechende Modification, welche sich beim Erhitzen wieder in die reguläre zurückverwandelt.

15) Tropidingoldsalz.

Dasselbe, gleichfalls von Herrn Einhorn dargestellt***), zeigt grosse Aehnlichkeit mit dem vorigen. Die aus heisser Lösung sich ausscheidende Modification krystallisirt in regulären Würfeln, die dazu enantiotrope scheint rhombisch zu sein.

---

*) Zeitschr. für phys. Chemie 1890, **5**, 427. — Wiedemann's Annalen der Physik 1890, **40**, 401

**) l. c.

***) Einhorn, Berichte d. d. chem. Ges. 1890.

16) Binitrobenzol.

Die bereits früher*) untersuchte labile Modification kann leicht aus dem überkühlten Schmelzflusse erhalten werden. Während es aber in anderen Fällen hierzu zweckmässig ist, den Schmelzfluss möglichst rasch abzukühlen, kommt man hier am leichtesten durch möglichst langsame Abkühlung zum Ziele. Bald nach der Entstehung wandelt sich die labile Modification von selbst in die stabile um.

17) Dichlorbenzol.

Bei raschem Abkühlen des Schmelzflusses erhält man eine labile, etwas niedriger schmelzende Modification, welche mit der gewöhnlichen Modification von Dibrombenzol isomorph ist. Beim Erwärmen vergrössert sich wie gewöhnlich die Umwandlungsgeschwindigkeit.

---

*) Molekularphysik 1, 203.

XXV. Beiträge zur Berechnung der Zwillinge und Einiges über bemerkenswerthe Verwachsungen der Pyritkrystalle*).

Geometrisch-krystallographische Studie.

Von

G. Smolař in Smíchov, Böhmen.

(Hierzu Tafel IV.)

I. Die mathematische Grundlage der Berechnung der Zwillingskrystalle.

1) Dreht man einen Krystall, dessen Lage durch ein rechtwinkliges Coordinatensystem der Axen X, Y, Z bestimmt ist, aus dieser Lage um die Axe OP (Fig. 1), welche auf der Drehungsebene der allgemeinen Gleichung $Ax + By + Cz + D = 0$ senkrecht steht, um einen beliebigen Winkel ν, und bezeichnet man die Cosinus der Winkel, welche der positive Theil der gedrehten Axe X' mit den ursprünglichen positiven Halbaxen X, Y, Z bildet, mit den Buchstaben $\alpha_1 \beta_1 \gamma_1$, und ähnlich für die gedrehte Axe Y' $\alpha_2 \beta_2 \gamma_2$ und auch für Z' $\alpha_3 \beta_3 \gamma_3$, so berechnet man diese Cosinus nach den l. c. S. 10—12 abgeleiteten Formeln.

Setzen wir $$A^2 + B^2 + C^2 = M^2,$$

so ist:

$$\left.\begin{aligned} \alpha_1 &= \frac{A^2}{M^2}(1 - \cos \nu) + \cos \nu \\ \beta_2 &= \frac{B^2}{M^2}(1 - \cos \nu) + \cos \nu \\ \gamma_3 &= \frac{C^2}{M^2}(1 - \cos \nu) + \cos \nu; \end{aligned}\right\} \quad 1)$$

---

*) Auszug aus dem Programme des k. k. böhmischen Gymnasiums in Budweis für das Schuljahr 1890.

$$\left.\begin{aligned}
\gamma_1 &= \frac{AC(1-\cos\nu) \pm MB\sin\nu}{M^2} \\
\alpha_2 &= \frac{BA(1-\cos\nu) \pm MC\sin\nu}{M^2} \\
\beta_3 &= \frac{CB(1-\cos\nu) \pm MA\sin\nu}{M^2} \\
\alpha_3 &= \frac{AC(1-\cos\nu) \mp MB\sin\nu}{M^2} \\
\beta_1 &= \frac{BA(1-\cos\nu) \mp MC\sin\nu}{M^2} \\
\gamma_2 &= \frac{CB(1-\cos\nu) \mp MA\sin\nu}{M^2};
\end{aligned}\right\} \quad (2)$$

$\alpha_x = \cos a_x$, $\beta_x = \cos b_x$, $\gamma_x = \cos c_x$ (Fig. 1).

Die zwei Werthe der Cosinus $\gamma_1\, \alpha_2 \ldots \gamma_2$ bestimmen die Lage der gedrehten zu den ursprünglichen Axen bei den Drehungen um dieselbe Axe und um denselben Winkel, aber in entgegengesetzten Richtungen; in diesen beiden Fällen haben $\alpha_1\, \beta_2\, \gamma_3$ nur einen einzigen Werth. Gleichzeitig gelten nur die oberen oder nur die unteren Zeichen.

Anmerkung. Da die Werthe $\alpha_1\, \beta_2\, \gamma_3$ auch davon unabhängig sind, ob die Indices der Fläche A, B, C positiv oder negativ sind, die anderen Cosinus $\gamma_1\, \alpha_2 \ldots \gamma_2$ aber davon abhängig sind, so sieht man leicht ein, dass bei denselben $\alpha_1\, \beta_2\, \gamma_3$ acht verschiedene Combinationen der Werthe $\gamma_1\, \alpha_2 \ldots \gamma_2$ existiren können, wodurch die Nothwendigkeit entsteht, die Formeln, welche in Schlömilch's Lehrbuche der analyt. Geometrie, 1872, 2, 114 enthalten sind, auf folgende Weise zu vervollständigen.

Bezeichnen wir:

$$\begin{aligned}
1 + \alpha_1 - \beta_2 - \gamma_3 &= E \\
1 - \alpha_1 + \beta_2 - \gamma_3 &= F \\
1 - \alpha_1 - \beta_2 + \gamma_3 &= G \\
1 + \alpha_1 + \beta_2 + \gamma_3 &= H,
\end{aligned}$$

dann ist

$$\begin{aligned}
\alpha_2 &= \tfrac{1}{2}\left(\pm\sqrt{EF} \pm \sqrt{GH}\right) & \alpha_3 &= \tfrac{1}{2}\left(\pm\sqrt{EG} \mp \sqrt{FH}\right) \\
\beta_1 &= \tfrac{1}{2}\left(\pm\sqrt{EF} \mp \sqrt{GH}\right) & \beta_3 &= \tfrac{1}{2}\left(\pm\sqrt{FG} \pm \sqrt{EH}\right) \\
\gamma_1 &= \tfrac{1}{2}\left(\pm\sqrt{EG} \pm \sqrt{FH}\right) & \gamma_2 &= \tfrac{1}{2}\left(\pm\sqrt{FG} \mp \sqrt{EH}\right).
\end{aligned}$$

Dabei können in verschiedenen Fällen vier Combinationen der Zeichen bei jedem Cosinus vorkommen.

2) Ist der Drehungswinkel ν gleich 180^0, so vereinfachen sich die Formeln (1) und (2) auf folgende Weise:

$$\left.\begin{array}{c}\alpha_1 = \dfrac{A^2 - B^2 - C^2}{M^2}\,, \quad \beta_2 = \dfrac{B^2 - C^2 - A^2}{M^2}\,, \quad \gamma_3 = \dfrac{C^2 - A^2 - B^2}{M^2}\,; \\ \gamma_1 = \alpha_3 = \dfrac{2AC}{M^2}\,, \qquad \alpha_2 = \beta_1 = \dfrac{2AB}{M^2}\,, \\ \beta_3 = \gamma_2 = \dfrac{2BC}{M^2}\,. \end{array}\right\} \quad (3)$$

Siehe Schrauf: Lehrbuch der Krystallographie 1866, **1**, 190, wo nur diese vereinfachten Formeln (3) für den Drehungswinkel 180° enthalten sind.

3) Liegt die Drehungsaxe in einer Symmetrieebene des Krystalles, so halbirt die Zwillingsebene den Winkel ν, welchen diese Symmetrieebene bei der Umdrehung umschrieben hat.

4) Ist dieser Drehungswinkel gleich 180°, so kommt dazu noch die Zwillingsebene, welche auf der Drehungsaxe senkrecht steht. Eine Ausnahme davon bilden die tetraëdrische und sphenoidische Hemiëdrie und auch die enantiomorphen Krystalle.

5) Zwei oder mehrere Drehungen um verschiedene Winkel und um verschiedene Axen, welche sich in der Mitte des Krystalles schneiden, sind auf eine resultirende Drehung überzuführen.

a) Sind die Cosinus der Winkel, welche die Axen nach der ersten Drehung mit den Axen der ursprünglichen Lage bilden, nach Abschnitt 1

$$\begin{array}{ccc}\alpha_1 & \beta_1 & \gamma_1 \\ \alpha_2 & \beta_2 & \gamma_2 \\ \alpha_3 & \beta_3 & \gamma_3\,,\end{array}$$

und weiter die Cosinus der Winkel, welche die Axen nach der zweiten Drehung mit den Axen nach der ersten Drehung bilden:

$$\begin{array}{ccc}\delta_1 & \varepsilon_1 & \vartheta_1 \\ \delta_2 & \varepsilon_2 & \vartheta_2 \\ \delta_3 & \varepsilon_3 & \vartheta_3\,,\end{array}$$

so berechnen wir die unbekannten Cosinus $\varkappa_n\ \mu_n\ \tau_n$ der Winkel, welche die Axen nach der zweiten Drehung mit den Axen der ursprünglichen Lage bilden, nach den Formeln:

$$\left.\begin{array}{ll}\varkappa_1 = \alpha_1\delta_1 + \alpha_2\varepsilon_1 + \alpha_3\vartheta_1\,, & \mu_1 = \beta_1\delta_1 + \beta_2\varepsilon_1 + \beta_3\vartheta_1 \\ & \tau_1 = \gamma_1\delta_1 + \gamma_2\varepsilon_1 + \gamma_3\vartheta_1 \\ \varkappa_2 = \alpha_1\delta_2 + \alpha_2\varepsilon_2 + \alpha_3\vartheta_2\,, & \mu_2 = \beta_1\delta_2 + \beta_2\varepsilon_2 + \beta_3\vartheta_2 \\ & \tau_2 = \gamma_1\delta_2 + \gamma_2\varepsilon_2 + \gamma_3\vartheta_2 \\ \varkappa_3 = \alpha_1\delta_3 + \alpha_2\varepsilon_3 + \alpha_3\vartheta_3\,, & \mu_3 = \beta_1\delta_3 + \beta_2\varepsilon_3 + \beta_3\vartheta_3 \\ & \tau_3 = \gamma_1\delta_3 + \gamma_2\varepsilon_3 + \gamma_3\vartheta_3\,.\end{array}\right\} \quad (4)$$

b) Bei mehreren Drehungen verbindet man stufenweise immer zwei

letzte Drehungen zu einer resultirenden, welche wieder mit der eben vorhergegangenen Drehung verbunden wird, und so schreitet man fort, bis die letzte, aus allen einzelnen resultirende Drehung berechnet wird.

c) Aus den bekannten Winkeln, welche die gedrehten Coordinatenaxen mit den ursprünglichen bilden, berechnet man die Lage der Drehungsaxe und den Drehungswinkel ν nach den Formeln:

$$\cos\nu = \tfrac{1}{2}(\alpha_1 + \beta_2 + \gamma_3 - 1)\,, \tag{5}$$

die Drehungsaxe steht senkrecht auf der Ebene der Gleichung

$$(\beta_3 - \gamma_2)x + (\gamma_1 - \alpha_3)y + (\alpha_2 - \beta_1)z = 0\,. \tag{6}$$

Aus der Formel (5) ersehen wir die Bedingung, unter welcher der Drehungswinkel $\nu = 180^0$; die Bedingung lautet

$$\alpha_1 + \beta_2 + \gamma_3 = -1\,. \tag{7}$$

d) Wenn der Drehungswinkel $= 180^0$, so kann man die Formel (6) nicht benutzen, da in diesem Falle nach den Formeln (3)

$$\beta_3 = \gamma_2\,,\quad \gamma_1 = \alpha_3\,,\quad \alpha_2 = \beta_1\,,$$

und man bekommt keine Gleichung für die Drehungsebene; dann kann man sich folgender Formel bedienen:

$$\cos r_1 = \pm\sqrt{\frac{\alpha_1 + 1}{2}}\,,\quad \cos r_2 = \pm\sqrt{\frac{\beta_2 + 1}{2}}\,,\quad \cos r_3 = \pm\sqrt{\frac{\gamma_3 + 1}{2}}\,, \tag{8}$$

oder berechnen nach:

$$\cos r_1 = \pm\sqrt{\frac{\alpha_2\,\alpha_3}{2\beta_3}}\,,\quad \cos r_2 = \pm\sqrt{\frac{\beta_3\,\beta_1}{2\gamma_1}}\,,\quad \cos r_3 = \pm\sqrt{\frac{\gamma_1\,\gamma_2}{2\alpha_2}}\,, \tag{9}$$

und daraus stellen wir die normale Gleichung der Drehungsebene hier als Zwillingsebene zusammen:

$$x\cos r_1 + y\cos r_2 + z\cos r_3 = 0\,. \tag{10}$$

Bei der Wahl der Zeichen für die $\cos r_\varkappa$ waltet eine gewisse Unbestimmtheit in der Weise, dass aus folgenden vier Combinationen

+ + +	+ + −	+ − −	+ − +
− − −	− − +	− + +	− + −

nur eine im gegebenen Falle richtig ist. Darum berechnet man in dem Falle, dass der Drehungswinkel $\nu = 180^0$, nach folgender Anleitung.

Transformirt man eine beliebige Fläche des gedrehten Krystalles in das ursprüngliche Coordinatensystem, so stellt die Summe beider normalen Gleichungen, einerseits der ursprünglichen, andererseits derselben gedrehten Fläche die Drehungsebene, respective die Zwillingsebene vor (l. c. S. 25, 26).

6) In den oben angeführten Formeln liegt auch der analytische Beweis für folgende Sätze:

α) Die nacheinander folgenden Drehungen dürfen nicht umgekehrt oder durch gleichzeitige Drehungen ersetzt werden.

β) Euler's Satz von der Aequivalenz einer bestimmten Drehung in Bezug auf zwei oder mehrere beliebige Drehungen um die sich in einem Punkte durchschneidenden Axen.

γ) Chåsles' Satz: Ein festes System kann aus jeder ursprünglichen Lage in eine beliebige endliche Lage durch eine Rotation und eine Translation umgewandelt werden.

Die mir aus der Literatur bekannten Beweise der genannten Lehrsätze sind alle synthetisch.

7) Was die Terminologie betrifft, so wird die Axe, um welche die Drehung um einen beliebigen Winkel ν stattfindet, allgemein Drehungsaxe genannt; misst der Drehungswinkel 180°, so wird die Drehungsaxe als Verwachsungsaxe bezeichnet, von welcher noch zweifelhaft ist, ob sie eine gesetzmässige oder eine zufällige Verwachsungsart darstellt. Sobald es bewiesen ist, dass eine Verwachsungsaxe sich öfters wiederholt, so wird sie eine Zwillingsaxe im gewöhnlichen Sinne des Wortes.

8) Folgerungen für Zwillinge des regulären Systemes.

Die Drehung geschieht infolge des Gesetzes der Rationalität der Indices immer um die Normale auf eine krystallonomische Fläche, und die Cosinus der Winkel, welche die Axen nach der Drehung mit den Axen vor der Drehung bei einer gesetzmässigen Verwachsung bilden, sind rationale Zahlen. Diese Bedingung wird erfüllt, wenn

1. nach den Formeln (1) $\cos \nu$ eine rationale Zahl ist, so dass

$$\cos \nu = \pm \frac{u}{v}, \quad \text{wo} \quad v \geqq u; \tag{11}$$

2. wenn nach den Formeln (2)

$$v^2 - u^2 = n^2 M^2, \tag{12}$$

wo $M^2 = A^2 + B^2 + C^2$ (A, B, C sind Indices der Drehungsebene), »n« eine beliebige ganze Zahl ist (l. c. S. 19).

Durch die Lösung der unbestimmten Gleichung (12) mit zwei Unbekannten v, u berechnet man alle möglichen Drehungswinkel-Cosinus bei einer bestimmten Drehungsaxe. Zum Behufe der Lösung dieser Aufgabe geben wir der Gleichung (12) die folgende Form:

$$(v + u)(v - u) = n^2 M^2, \tag{13}$$

woraus weiter

$$\begin{aligned} v + u &= n^2 M^2 \\ v - u &= 1 \end{aligned}$$

entstehen kann; daraus folgt

$$\frac{u}{v} = \frac{n^2 M^2 - 1}{n^2 M^2 + 1}.$$

Anders kann die Formel (13) zerlegt werden:

$$v + u = \frac{n^2 M^2}{2}, \quad v - u = 2,$$

daraus folgt

$$\frac{u}{v} = \frac{n^2 M^2 - 4}{n^2 M^2 + 4};$$

und auf eine ähnliche Weise bekommen wir:

$$\frac{u}{v} = \frac{n^2 M^2 - 9}{n^2 M^2 + 9}, \quad \frac{n^2 M^2 - 16}{n^2 M^2 + 16}, \quad \frac{n^2 M^2 - 25}{n^2 M^2 + 25} \ldots$$

Setzen wir für »n« die Zahlen der natürlichen Reihe, so bekommen wir alle krystallographisch möglichen Cosinus der Drehungswinkel, welche bei den Zwillingen des regulären Systemes vorkommen können. Wahrscheinlich handelt es sich in der Natur nur um die Cosinus, welche sich durch das Verhältniss einfacher Zahlen ausdrücken lassen.

9) Zum Beispiel wird l. c. S. 19—26 eine Verwachsung von zwei Pyritkrystallen $\pi\{201\}$ angeführt, welche aus Piemont stammen und sich in den naturhistorischen Sammlungen des k. k. böhmischen Gymnasiums in Budweis befinden (s. Fig. 2).

Die Bestimmung der gegenseitigen Lage der betreffenden Krystalle gab Anlass zur Erfindung der hier angedeuteten Berechnungsmethode. Die Verwachsung (Fig. 2) lässt sich auf folgende Weise erklären:

Die Verwachsungsaxe ist zu der Ebene $(22\bar{1}) = 20$ normal, welche in dem Falle, dass es sich um eine gesetzmässige Verwachsung handelt, die Zwillingsebene darstellt. Dazu wird man dadurch geführt, dass man die Lage des zweiten Individuums durch Drehung um die Normale auf die Fläche (102) um den Winkel $\nu = 96^0\, 22\frac{1}{2}'$ bestimmt, so dass $\cos\nu = -\frac{1}{9}$, $\sin\nu = \frac{4\sqrt{5}}{9}$, $M = \sqrt{5}$. Während nach dieser Erklärung die Fläche (1) in die Lage der Fläche (1') des zweiten Individuums kommt, so kommt nach der ersten Erklärung die parallele Gegenfläche (11), Fig. 3, nach der Drehung um die Normale auf $(22\bar{1})$ um 180^0 an die Stelle der Fläche (1'). Da auf dem Pyritoëder zwölf äquivalente Flächen sich befinden, die ohne Aenderung der gegenseitigen Lage einander vertreten können, so lehrt uns Chasles' Satz, dass nebst diesen zwei noch zehn andere, gleich bestimmte Erklärungen dieser Zusammenwachsung möglich sind. Es wird gezeigt, dass die Fläche (2) in die Lage der Fläche (1') durch Drehung um die Normale auf die Ebene $(13\bar{1})$ um den Winkel $\nu' = 67^0\, 6'\, 52''$ kommt; $\cos\nu' = \frac{7}{[illegible]}$.
In dieselbe Lage kommt der ursprüngliche Krystall durch zwei

fache, nach einander folgende Drehungen um die Normale auf die Oktaëderflächen (111) und (1$\bar{1}$1) um 60°, deren jede einfache Drehung zu dem Zwillinge nach der Oktaëderfläche führt. Darnach kann man diese Verwachsung der Pyritkrystalle als einen polysynthetischen Zwilling nach den Oktaëderflächen (111), (1$\bar{1}$1) hypothetisch erklären, wobei das mittlere Glied durch Umwachsung verhüllt ist (Zwillinge nach der Oktaëderfläche sind bei dem Pyrit schon längst bekannt). Fläche 3 kommt in die Stelle der Fläche 1' durch die Drehung um die Normale auf die Fläche (513) um den Winkel $\nu'' = 160^0 48' 46''$, $\cos \nu'' = -\frac{17}{18}$.

Aehnlich bekommen wir für die anderen Flächen die Drehungsaxen und die Drehungswinkel:

Nr. der Fläche, die durch Drehung auf (1') kommt:	Indices der Flächen, auf welchen die Drehungsaxe normal steht:	Cosinus des Drehungswinkels:	Drehungswinkel:
1	(102)	$-\frac{1}{9}$	96° 22½'
2	(13$\bar{1}$)	$\frac{7}{18}$	67 6 52"
3	(513)	$-\frac{17}{18}$	160 48 46
4	(1$\bar{1}$0)	$-\frac{7}{9}$	141 3 30
5	(153)	$-\frac{17}{18}$	160 48 46
6	(31$\bar{1}$)	$\frac{7}{18}$	67 6 52
7	(1$\bar{3}$5)	$-\frac{17}{18}$	160 48 46
8	(012)	$-\frac{1}{9}$	96 22½
9	(1$\bar{5}$1)	$-\frac{1}{2}$	120 0 0
10	($\bar{3}$15)	$-\frac{17}{18}$	160 48 46
11	(22$\bar{1}$)	-1	180°
12	(5$\bar{1}\bar{1}$)	$-\frac{1}{2}$	120°

Durch diese zwölf sind schon alle möglichen Erklärungen der gegenseitigen Lage in Fig. 2 erschöpft, andere sind unmöglich; dabei soll hervorgehoben werden, dass alle diese Erklärungen zu der gewöhnlichen (hier der 11.) führen, so dass je nach der Gestalt der Krystalle die eine oder die andere Erklärung anschaulicher und leichter zu bestimmen ist als die gewöhnliche; nachdem aber einmal die Lage der Axen auf beliebige Weise bestimmt ist, so ist der Uebergang zur gewöhnlichen Erklärung ein leichter. Daraus sehen wir auch, dass der Standpunkt vieler Mineralogen, dass die Zwillinge durch die Drehung bloss um 180° erklärbar wären, unstattbaft ist (siehe G. Tschermak, Lehrbuch der Mineralogie 1888, S. 78, 79; Th. Liebisch, Geom. Krystallographie 1881, S. 339, 400; Cesàro, diese Zeitschr. 1889, **15**, 643; 1877, **1**, 9).

10) Es soll die Gleichung der Ebene R_x (s. Fig. 4) bestimmt werden, welche zu der Ebene R_1 nach der Symmetrieebene R_s symmetrisch liegt (l. c. S. 27, 28). Stellen wir einen Spiegel

parallel zu der Zwillingsebene, so ist das Bild des ersten Individuums parallel mit dem zweiten Individuum und auch umgekehrt. Bestimmen wir in einem solchen Falle die Lage des Spiegels, so müssen wir jetzt die Aufgabe lösen, aus den bekannten Flächen des ersten Individuums und aus der Zwillingsebene die Flächen des zweiten Individuums zu berechnen, und das ist die oben gestellte Aufgabe.

$$R_1 \equiv x\alpha_1 + y\beta_1 + z\gamma_1 - \delta_1 = 0$$

sei die normale Gleichung der Ebene R_1,

$$R_s \equiv x\alpha_2 + y\beta_2 + z\gamma_2 - \delta_2 = 0$$

sei die normale Gleichung der Ebene R_s; der Winkel, welchen diese zwei Ebenen bilden, sei ω; dann berechnen wir die normale Gleichung R_x nach der Formel:

$$R_x \equiv R_1 + \lambda R_s = 0\,, \quad \text{wo} \qquad (14)$$

$$\lambda = -2\cos\omega\,. \qquad (15)$$

Nach der bekannten Formel ist

$$\cos\omega = \alpha_1\alpha_2 + \beta_1\beta_2 + \gamma_1\gamma_2\,.$$

Die Formel (15) wird aus der Formel

$$\lambda_{1,2} = -\frac{\sin(\omega \pm \varphi)}{\sin\varphi}$$

abgeleitet, falls $\varphi = \omega$ (Fig. 4).

II. Einiges über bemerkenswerthe Verwachsungen der Pyritkrystalle.

In diesem Abschnitte wird die Verwachsung einiger Pyritkrystalle in zwei Drusen, der einen aus Piemont, der anderen von der Insel Elba beschrieben. Obwohl in einigen Fällen sehr wahrscheinlich ist, dass es sich um gesetzmässige Verwachsung handelt, wie in den Fällen, welche in Fig. 2, 5, 6 dargestellt sind, so will der Verf. dies dennoch nicht entscheiden, da solche Verwachsungen bis jetzt nur einmal beobachtet worden sind, und es erübrigt, noch grössere Sammlungen auf Pyritkrystalle in dieser Hinsicht durchzusehen, um die Repetition dieser Verwachsungen nachzuweisen. In den angeführten Fällen handelt es sich um grosse Krystalle, welche mit dem Reflexionsgoniometer sich nicht direct messen lassen. Darum controlirte der Verf. den Einklang des berechneten mit dem wirklichen Winkel an den Krystallen auf folgende Weise: Den berechneten Winkel schnitt er aus mässig starkem Zeichenpapier aus und untersuchte, wie dieser Winkel in der Ebene, welche auf der gemessenen Kante senkrecht steht, in die letztere passt. Genauer als mit einem Transporteur construirt man einen Winkel nach der Anleitung, welche Goldschmidt in seiner Schrift: »Ueber Pr-

jection und graphische Krystallberechnung. Berlin 1887, S. 16—21« mittheilt. Aus vielen Versuchen in dieser Richtung erkannten wir, dass man bei ziemlich grossen Krystallen, welche zur Hand waren, durch das besprochene Verfahren dieselbe Genauigkeit erreichen kann, wie mit dem Anlegegoniometer, so dass eine Differenz von 1° gut erkannt wurde. Das Messen am Reflexionsgoniometer mittelst kleiner Glasscheiben, welche mit Wachs in die Zwillingskante eingedrückt wurden, gab keine bestimmteren Resultate. Ferner wurde die Uebereinstimmung der berechneten Lage der Krystalle mit der wirklichen durch Parallelismus einzelner Flächen und Kanten controlirt. So zum Beispiel in Fig. 6 Kante $E'B' \parallel EB$, $R'Q' \parallel RQ$.

11) In Fig. 5 steht die Verwachsungsaxe senkrecht auf der Ebene $(2\bar{1}\bar{1})$, die Umdrehung geschieht um 180°. Die Flächen (11) und (11'), (9) und (10'), auch die parallelen Gegenflächen (1) und (1'), (3) und (2') fallen immer zwei und zwei in eine Ebene. Die Stellung, welche in Fig. 5 angedeutet ist, wurde zuerst dadurch bestimmt, dass der Krystall der ursprünglichen Lage um die Normale auf die Ebene (102) um den Winkel $\nu = 58^0\,24'\,43''$, $\cos\nu = \frac{11}{21}$, gedreht wurde. Dieselbe geometrische Stellung bekommen wir, wenn der erste Krystall um die Normale auf (210) um den Winkel $\varphi = 154^0\,47'\,40''$ gedreht wird, $\cos\varphi = -\frac{19}{21}$.

12) Die Verwachsungsaxe steht senkrecht auf der Ebene $(10.\bar{7}.\bar{5})$.

13) Die Verwachsungsaxe steht senkrecht auf der Ebene $(2.10.\bar{1})$.

In diesen zwei letzten Fällen scheint es wahrscheinlich zu sein, dass es sich nur um zufällige Verwachsungen handle.

14) Die Lösung der gegenseitigen Lage der Pyritkrystalle $\pi\{201\}$, welche Fig. 6 abgebildet ist, ist die interessanteste in der ganzen Arbeit. Diese Lage ist dadurch bestimmt, dass die Zwillingskanten $E'B'$ und $R'Q'$ mit ihren benachbarten Pyritoëderkanten EB und RQ parallel sind. Die Streifung auf allen abgebildeten Flächen verläuft infolge der oscillatorischen Combination der Flächen von $\pi\{201\}$ und $\pi\{421\}$ senkrecht auf die grösseren Kanten. Die Lage des zweiten Individuums lässt sich durch zwei aufeinander folgende Drehungen erklären, welche leicht in eine resultirende Drehung umgestaltet werden können. Die erste Drehung geschieht um die Axe, welche parallel zur Kante EB ist und daher auf der Ebene $(41\bar{2})$ senkrecht steht, um den Winkel ν, welcher der Neigung der Flächen (1) und (11') gleich ist; $\nu = 155^0\,22'\,50''$, $\cos\nu = -\frac{10}{11}$.

Durch diese erste Drehung wird schon die Fläche (11) geometrisch parallel mit der Fläche (11'); damit wir also die endliche Lage bekommen, bleibt noch die zweite Drehung übrig, welche um die Normale auf diese Ebene (11') um den Winkel $\nu' = 131^0\,48'\,38''$ geschieht, $\cos\nu' = -\frac{2}{3}$. Die Ebene (11') hat die allgemeine Gleichung $-\xi - 2\zeta - 2 = 0$.

Die erste Drehung allein führt zur Zwillingsaxe $\perp\{2\bar{3}\bar{3}\}$, die zweite *Drehung zu der* $\perp\{2\bar{1}\bar{1}\}$. Gestalten wir diese beiden Drehungen nach den

Formeln (4) in eine resultirende um, so berechnen wir nach den Formeln (3) und nach dem Abschnitte 5d die resultirende Verwachsungsaxe, welche senkrecht auf der Ebene (144) steht. Die berechneten Zwillingskanten stimmen mit den gemessenen überein.

15) An einem Pyritkrystalle aus Piemont wurde eine Gleitfläche $(12\bar{1})$ beobachtet. Diese Fläche halbirt die kleinere Kante des Pyritoëders.

16) In Fig. 7 ist dargestellt, wie zwei Pyritkrystalle die Verwachsungsaxe senkrecht auf die Fläche $(3\bar{6}8)$ gemeinsam haben.

17) Der Verf. ist der Meinung, dass, wenn man grössere Sammlungen in der angedeuteten Hinsicht durchsehen würde, gesetzmässige Verwachsungen in solchen Fällen entdeckt werden können, in welchen dieselben bis jetzt übersehen worden sind. Eine Verwachsung darf man erst dann als eine gesetzmässige anerkennen, wenn ihr öfteres Vorkommen bewiesen wird. Zu diesem Zwecke aber muss man vorher die gegenseitige Lage verschiedener Krystalle feststellen und dann die Resultate vergleichen. Bis jetzt war die mathematische Grundlage zur Berechnung der Zwillingskrystalle zu beschränkt, so dass complicirtere Fälle sehr schwer zu lösen waren.

In allen bisherigen, mir bekannten Anleitungen zur Berechnung der Zwillingskrystalle setzt man die Kenntniss der Zwillingsebene schon vor der Lösung der Aufgabe, die gegenseitige Lage der Krystalle zu bestimmen, voraus, und die Berechnung führt nur dazu, dass man die Uebereinstimmung der theoretischen und der gemessenen Kantenwinkel beweise. Dagegen lehrt uns die in dieser Arbeit angedeutete Methode, auf welche Weise die bisher unbekannte Zwillingsebene oder Zwillingsaxe aus beliebiger Drehung gefunden werden kann.

XXVI. Ueber ein neues krystallisirtes Borat von Stassfurt.

Von

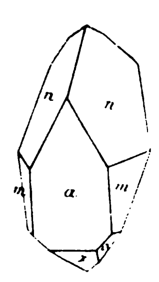
L. Milch in Breslau.

In jüngster Zeit wurden zu Stassfurt Knollen von weissem und gelbem Pinnoit gefunden, die farblose Körner mit deutlichen Spaltungsrichtungen enthielten. Herr Joh. Brunner (Besitzer einer ausgezeichneten Privatmineraliensammlung) in Magdeburg erkannte in diesen Körnern ein für Stassfurt neues Vorkommen und zwar war er geneigt, dasselbe für Colemanit zu halten. Eine gewisse Aehnlichkeit mit letzterem in Glanz und Durchsichtigkeit hat unser Mineral thatsächlich; Krystalle jedoch, die sich später fanden und die Herr Brunner an Herrn Professor Dr. Hintze in Breslau zur Bestimmung schickte, liessen erkennen, dass Colemanit nicht vorliegen könne. Herr Professor Hintze hatte die Güte, mir in liebenswürdigster Weise die Untersuchung des von ihm als neu erkannten Minerals zu überlassen; hierfür und für freundliche Förderung bei der Untersuchung selbst bin ich ihm zu grösstem Danke verpflichtet.

Die farblosen, durchsichtigen oder trübe weisslichen Krystalle von 2—5 mm Durchmesser sind theils isolirt, theils in gehäuften Aggregaten dem weisslichen bis schwefelgelben, feinkörnigen Pinnoit eingewachsen.

Krystallform: Monosymmetrisch.

Zwei vollkommene, zur Symmetrieebene senkrechte Spaltungsrichtungen. Wählt man die eine derselben zur Basis $\{001\}$, die andere und zwar vollkommenere zur Querfläche $\{100\}$ und ein stets ausgedehnt ausgebildetes prismatisches Flächenpaar zur Grundform $\{111\}$, so folgt aus den zu Fundamentalwerthen genommenen Messungen das Axenverhältniss:



$$a : b : c = 2{,}1937 : 1 : 1{,}73385$$
$$\beta = 80^\circ 12'.$$

Die untersuchten Krystalle weisen folgende Formen auf: $a = \{100\}\infty P\!\!\!-\infty$, $m = \{110\}\infty P$, $n = \{111\}-P$, $o = \{\bar{1}12\}\frac{1}{2}P$, $x = \{\bar{1}01\}P\!\!\!-\infty$, $r = \{311\}-3P\!\!\!-3$.

Die Basis $\{001\}$ wurde an den vorliegenden Krystallen nicht als Krystallform, sondern nur als Spaltungsfläche beobachtet.

		Berechnet:	Beobachtet:
$a : c$	$= (100):(001)$	$= 80^\circ 12'$	$80^\circ\ 4'$
$m : m$	$= (110):(\bar{1}10)$	$= 49\ 36$	$49\ 49$
$m : a$	$= (110):(100)$	$= 65\ 12$	$65\ 5\frac{1}{2}$
$m : c$	$= (110):(001)$	$= 85\ 54$	$85\ 48$
$n : n$	$= (111):(1\bar{1}1)$	$=$ —	$^*77\ 42$
$n : a$	$= (111):(100)$	$= 64\ 2$	$63\ 59\frac{1}{2}$
$n : c$	$= (111):(001)$	$= 58\ 51\frac{1}{2}$	$58\ 59$
$n : m$	$= (111):(110)$	$= 27\ 3$	$27\ 2$
$n : m$	$= (111):(1\bar{1}0)$	$= 58\ 27$	$58\ 36$
$x : a$	$= (\bar{1}01):(\bar{1}00)$	$=$ —	$^*57\ 49$
$x : c$	$= (\bar{1}01):(001)$	$= 41\ 59$	$42\ 5$
$x : m$	$= (\bar{1}01):(\bar{1}10)$	$= 87\ 5\frac{1}{2}$	$87\ 5$
$x : n$	$= (\bar{1}01):(111)$	$=$ —	$^*81\ 33$
$o : o$	$= (\bar{1}12):(\bar{1}\bar{1}2)$	$= 80\ 23\frac{1}{2}$	$80\ 25$
$o : a$	$= (\bar{1}12):(\bar{1}00)$	$= 80\ 12\frac{1}{2}$	$80\ 11$
$o : c$	$= (\bar{1}12):(001)$	$= 45\ 11$	$45\ 10$
$o : m$	$= (\bar{1}12):(\bar{1}10)$	$= 48\ 54\frac{1}{2}$	$49\ 2$
$o : m$	$= (\bar{1}12):(1\bar{1}0)$	$= 59\ 1\frac{1}{2}$	$58\ 55$
$o : n$	$= (\bar{1}12):(111)$	$= 40\ 17\frac{1}{2}$	$40\ 17\frac{1}{2}$
$o : n$	$= (\bar{1}12):(\bar{1}1\bar{1})$	$= 75\ 57\frac{1}{2}$	$75\ 55$
$o : x$	$= (\bar{1}12):(\bar{1}01)$	$= 43\ 53$	$44\ 0$
$r : r$	$= (311):(3\bar{1}1)$	$= 64\ 10$	—
$r : c$	$= (311):(001)$	$= 64\ 8$	—
$r : a$	$= (311):(100)$	$= 37\ 49$	37° approx.
$r : n$	$= (311):(111)$	$= 26\ 13$	27 approx.

An den Krystallen pflegen $a\{100\}$ und $n\{111\}$ vorherrschend ausgebildet zu sein, etwas untergeordneter $m\{110\}$ und $x\{\bar{1}01\}$, $o\{\bar{1}12\}$ ganz zurücktretend, vergl. die vorstehende Figur. Die Form $r\{311\}$ wurde nur mit einer Fläche an einem Krystalle als schmale Abstumpfung der Kante (100) (111) beobachtet.

Die Härte des Minerals liegt zwischen der des Flussspathes und der des Apatits, näher der des letzteren. Dichte 2,127.

Die Ebene der optischen Axen steht senkrecht zur Symmetrieebene und bildet — wie an einem von Herrn Brunée, Firma Voigt und Hochgesang in Göttingen, nach der Symmetrieebene gefertigten Schliffe bestimmt wurde — im spitzen Winkel β mit der Verticalen einen Winkel von etwa 7° für mittlere Farben; die Dispersion der Axenebenen für verschiedene Farben ist gering und fiel innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler. Die Symmetrieaxe ist Axe der grössten Elasticität. Um dieselbe wurde gemessen:

$$2H_{Li} = 105^{0}42' \text{ für } n_{Li} = 1,4647 \text{ des Oels}$$
$$2H_{Na} = 104\ 27 \quad - \quad n_{Na} = 1,4678$$
$$2H_{Tl} = 104\ 54 \quad - \quad n_{Tl} = 1,4708$$

In Luft treten aus der Symmetrieebene die Axen nicht mehr aus.

Vor dem Löthrohre ist das Mineral auch in dickeren Splittern unter heftigem Aufschäumen leicht zu einem weissen Email schmelzbar. In Salzsäure unschwer löslich.

Die von Herrn Dr. Baurath in Breslau, Assistenten des hiesigen chemischen Laboratoriums, freundlichst ausgeführte Analyse gab die Formel: $Mg_2KB_9O_{16} + 8H_2O$.

	Gefunden:		Berechnet:
H_2O	23,83		23,56
B_2O_3	52,39	51,88	54,44
MgO	13,80		13,84
K_2O	8,14		8,16
Na_2O	0,39		—
Cl	0,35		—
	98,90		100,00

Das zur Verfügung stehende Material war leider nicht ausreichend, um zu entscheiden, ob alles Wasser als Krystallwasser vorhanden ist oder vielleicht theilweise zur Constitution gehört. Wäre es gestattet, letzteres in Bezug auf 2 Mol. H_2O anzunehmen, so würde sich die Formel vereinfachen zu $H_4Mg_2K[BO_2]_9 + 6H_2O$. Das dem Gehalte an Na_2O entsprechende Natrium stimmt ziemlich genau mit der gefundenen Chlormenge zu $NaCl$.

Ich erlaube mir, für dieses neue Borat den Namen Hintzeït vorzuschlagen.

Anmerkung der Red. Der vorstehende und der folgende Aufsatz behandeln das gleiche Mineral und gingen ungefähr gleichzeitig an die Red. ein. Nach brieflicher Mittheilung des Herrn Luedecke beobachtete er das Mineral als Begleiter des Pinnoit zuerst vor vier Jahren und wies auf dasselbe in der Sitzung des naturwissenschaftlichen Vereins zu Halle am 21. Januar 1886 hin; am 11. Juli 1889 legte er ebendaselbst die vorläufigen Resultate der Untersuchung vor und behielt sich weitere Mittheilungen vor (Zeitschr. f. Naturwiss. 62, 354). Herr Milch hat am 11. August d. J. auf der Versammlung der d. geol. Gesellsch. zu Freiburg eine vorläufige Mittheilung über das Mineral gegeben und den Namen »Hintzeït« vorgeschlagen.

Leider haben beide, unabhängig von einander arbeitende Autoren den Krystallen eine verschiedene Aufstellung gegeben und ihre Analysen differiren so erheblich, dass zur definitiven Feststellung der Formel noch weitere Untersuchungen erforderlich sind.

P. Groth.

XXVII. Ueber Heintzit, ein neues Borat von Leopoldshall.

Von

Otto Luedecke in Halle a. S.

(Mit 6 Textfiguren.)

Vorkommen. In den höheren Schichten der Kainitregion zu Stassfurt und Leopoldshall (preuss. Provinz Sachsen) finden sich die zuerst von Herrn Dr. Staute aufgefundenen Knollen von Pinnoit*) ($MgB_2O_4 + 3H_2O$); in einem solchen Knollen von Leopoldshall fanden sich Gyps-ähnliche, wasserhelle, durchsichtige, mit lebhafter Spaltbarkeit begabte Krystalle, welche sich als ein neues Mineral herausstellten, welchem obiger Name verliehen wurde.

Chemische Zusammensetzung. In der Flamme schmilzt es leichter als Antimonit und färbt dabei dieselbe intensiv grün; mittelst des blau gefärbten Kobaltglases erkennt man die violette Kalifärbung. Im Spectrometer erkennt man mittelst des Vergleichsprismas die Linien des Bors bei 11 und 25, die des Kaliums bei — 34,5 und 127**). In Salzsäure und Salpetersäure ist das Mineral leicht auflöslich, schwerer in Essigsäure. Mit Platinchlorid giebt die Lösung deutliche Oktaëder von Kaliumplatinchlorid; mit phosphorsaurem Ammon erhält man den bekannten Magnesiumniederschlag, welcher die von Haushofer angegebenen Eigenschaften zeigte. Mit Kieselfluorwasserstoff erhält man die rhomboëdrischen Krystalle von Magnesiumsiliciumfluorid mit einem ebenen Winkel der Rhomboëderfläche von 95°; die Auslöschungen lagen in derselben symmetrisch. Daneben fanden sich keine holoëdrisch-hexagonale Krystalle von Natriumsilicium-

*) Vergl. Ber. d. deutsch. chem. Gesellschaft 1884, **17**, 1584 und diese Zeitschr. **11**, 386. Luedecke, Zeitschr. f. Naturwissenschaften 1885, **58**, 645 und diese Zeitschr. 1888, **18**, 239.

**) Vergl. Vogel, *Spectralanalyse*.

fluorid. Natrium findet sich also in reinen Krystallen nicht vor. Schliesslich wurde gezeigt, dass Kohlensäure, Schwefelsäure, Kieselsäure, Chlor, Baryum, Calcium, Strontium, Eisen und Aluminium nicht vorhanden waren; dagegen fand sich Wasser vor. Das Mineral ist demnach ein wasserhaltiges Borat des Magnesiums und Kaliums.

Die quantitative Bestimmung der Borsäure geschah mittelst der von Gooch*) angegebenen Methode durch Abtreiben des Methylborates durch Salpetersäure und Bildung von Kalkborat, welches gewogen wurde.

Die Bestimmung des Kaliums und Magnesiums geschah nach bekannten Methoden. Die quantitative Analyse ergab die unter I. mitgetheilten Werthe als Mittel zweier Bestimmungen, woraus die Formel $H_2 K Mg_2 B_{11} O_{20} + 6H_2O$ folgt, welcher die unter II. mitgetheilten Procente entsprechen.

	I.	II.
B_2O_3	60,53 **)	60,28
MgO	12,23	12,55
K_2O	7,39	7,39
H_2O	19,85	19,77
	100,00	100,00

Die Bestimmung des Wassergehaltes sollte mittelst Glühens erfolgen und erhielt ich dabei bei mehreren Versuchen eine Anzahl Procente, welche zwischen 23,80 und 24,38 schwankte, eine Zahl, die offenbar nicht den Wassergehalt allein repräsentirt, sondern die auch verdampfte Borsäure einschloss. Leider reichte das Material für eine Bestimmung desselben durch Glühen mit Bleioxyd im Glasrohre nicht aus, so dass diese Frage offen bleiben muss, bis die Auffindung weiteren Materials diese Untersuchung gestattet. Was die Formel anlangt, so leitet sich diese aus der Metaborsäure folgendermassen ab:

$$11 HBO_2 - 2H_2O = H_7 B_{11} O_{20} ;$$

die sieben Wasserstoffatome sind demnach zum Theil durch ein Kalium- und zwei Magnesiumatome ersetzt zu denken; zwei Wasserstoffatome bleiben erhalten, eine Annahme, die natürlich eine willkürliche ist.

Die Form. Der Heintzit krystallisirt monosymmetrisch; das Axenhältniss ist $a : b : c = 1,2912 : 1 : 1,7572$; $\beta = 57^{0} 41,'4$.

Es wurden folgende Formen beobachtet: $c\{001\} 0P$, $o\{\bar{1}11\} P$, $m\{120\} \infty P2$, $d\{\bar{1}02\} \frac{1}{2}\bar{P}\infty$, $a\{100\} \infty\bar{P}\infty$, $y\{\bar{2}11\} 2\bar{P}2$.

Die häufigste Form ist in Fig. 1 dargestellt: $a\{100\} \infty\bar{P}\infty$, $c\{001\} 0P$, $o\{\bar{1}11\} P$ und $d\{\bar{1}02\} \frac{1}{2}\bar{P}\infty$.

---

*) American Chem. Journ. 9, 23 und Penfield und Sterry, American Journal of Sc. 1887, 34, 223.

**) Eine zweite nicht ganz zufriedenstellend ausgefallene Bestimmung ergab 59,27%.

Hiervon sind die Flächen von $o(\bar{1}11)$ und $d(\bar{1}02)$ fast immer nur hinten und $m(120)$ in gleicher Weise nur vorn ausgebildet; sehr selten sind erstere und letztere vorn und hinten gleichzeitig zugegen. Sehr häufig ist $d(\bar{1}02)$ ursprünglich nicht vorhanden, sondern erst durch Spaltung hervorgerufen. Die Ausbildung der Hemipyramide $o\{\bar{1}11\}$ vorn und hinten zeigt Fig. 2. In Fig. 3 ist eine Combination dargestellt, welche ebenfalls

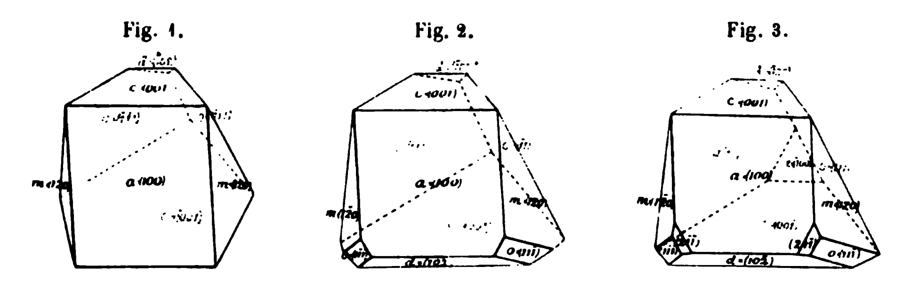


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

zu den weniger oft wiederkehrenden zählt: dieselbe zeigt $a\{\bar{1}00\}$ auch hinten, während gleichzeitig vorn $y(21\bar{1})$ auftritt. Fig. 4 zeigt diese Fläche hinten mit $a(\bar{1}00)$ zusammen auftretend. Fig. 5 stellt eine häufig wieder-

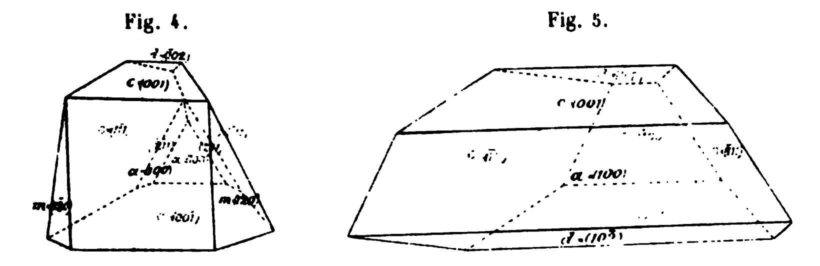


Fig. 4. Fig. 5.

kehrende Combination dar: Vorn und hinten wird dieselbe von den Spaltflächen $a(100)$, $c(001)$ und $d(\bar{1}02)$ begrenzt, während seitlich nur $o(\bar{1}11)$ vorhanden ist.

Die Flächen gaben mitunter recht schöne, einfache Bilder, und dennoch stimmen die einzelnen Messungen nicht recht befriedigend mit einander überein. So z. B. gaben an den Krystallen 2, 3, 5 und 6 die Flächen $o(\bar{1}11) : o'(\bar{1}\bar{1}1)$ recht befriedigende Reflexe und, doch differirten die sehr guten Messungen bedeutend.

$$o : o' = (\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1) = 103^{0}53,'2\ (5),\quad 102^{0}55,'2\ (2),\quad 102^{0}16,'8\ (3),\quad 101^{0}33,'3\ (6).$$

Am besten stimmten diejenigen Winkelgrössen an den verschiedenen Krystallen mit einander überein, welche an den Spaltflächen gemessen wurden:

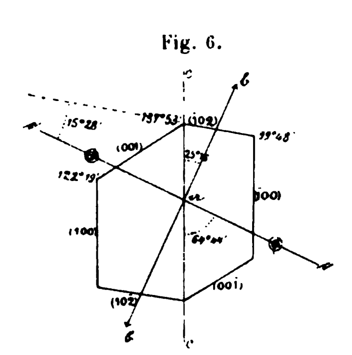
$$a : c = (100):(001) = 57^{0}53'\ (4),\quad 57^{0}42,'6\ (5),\quad 57^{0}40'\ (6),\quad 57^{0}39'\ (2).$$

Winkel.

	Gemessen:	Berechnet:
(001):(100) =	*57° 41,4	—
($\bar{1}$02):(001) =	*42 6,5	—
(120):(100) =	*65 23,0	—
($\bar{1}$02):($\bar{1}$00) =	80 12,1	80° 12,1
($\bar{1}$11):($\bar{1}\bar{1}$1) =	102 55,2	102 58
($\bar{1}$11):(100) =	115 41	115 48,5
	» »	115 36,8
($\bar{1}$11):(001) =	81 46	81 44,5
($\bar{1}$11):($\bar{1}$00) =	64 17	64 11,5
($\bar{1}$20):(001) =	102 ca.	102 51,9
($\bar{1}$20):($\bar{1}$11) =	58 13,9	57 59,9
($\bar{2}$11):(100) =	37 51	37 59,8
($\bar{2}$11):($\bar{1}$11) =	26 31	26 11,7
($\bar{1}$02):($\bar{1}$11) =	58 52,7	59 8,7
($\bar{1}$02):($\bar{1}$20) =	85 52	85 56,1
(11$\bar{1}$):(120) =	26 26,5	26 47,2

Optische Eigenschaften. In Spaltplättchen nach c(001), d($\bar{1}$02) und a(100) liegen die Maxima der Auslöschungen parallel der Orthodiagonale; Platten parallel der Symmetrieebene (010) zeigen im weissen Lichte das Maximum der Auslöschung im spitzen Winkel β von der Verticalaxe um 25° 16′ abweichend (vergl. Fig. 6); diese Richtung ist die der mittleren Elasticität des Lichtes $\mathfrak{b}$; die andere Elasticitätsaxe in der Symmetrieebene ist die der kleinsten Lichtgeschwindigkeit $\mathfrak{c}$, während die Orthodiagonale die der grössten $\mathfrak{a}$ ist; der Brechungsexponent für die parallel derselben schwingenden Strahlen ist 1,354 (Na). Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zur Symmetrieebene und bildet mit der Verticalaxe einen Winkel von 64° 44′; die Axe der kleinsten Elasticität $\mathfrak{c}$ ist erste Mittellinie, daher das Mineral positiv ist; durch Spaltplatten parallel a(100) sieht man den mittleren Theil des Bildes der optischen Axen am Rande des Gesichtsfeldes; in Platten parallel der Symmetrieebene wurde der stumpfe Axenwinkel zu 100¼° im Brezina-Schneider'schen Axenwinkelapparate im weissen Tageslichte gemessen*).

Fig. 6.



*) Der Brechungsexponent der Linsen des Apparates war für Na-Licht 1,6213.

Uebrige physikalische Eigenschaften. Nach der Basis $c\{001\}$ und dem positiven Orthohemidoma $d\{\bar{1}02\}$ findet eine sehr lebhafte Spaltbarkeit statt; auch nach dem Orthopinakoid ist eine weniger lebhafte vorhanden. Das specifische Gewicht wurde in Alkohol zu 2,129 bei 10° C. bestimmt; in einer Lösung von Cadmiumborowolframiat wurde dasselbe zu 2,109 gefunden*); die Härte ist 4.

Auf der Basis entstehen durch Aetzen mit Salzsäure (1 Th. Salzsäure und 4 Th. Wasser) Eindrücke, welche spindelförmige Gestalt haben und nach der Symmetrieebene symmetrisch sind. Bei einer Erwärmung auf 120° C. wurde die Lage der Auslöschung in der Symmetrieebene nicht geändert.

Name. Ich habe das Mineral »Heintzit« genannt nach dem um die chemische Kenntniss der Stassfurter Borate hochverdienten und leider der Wissenschaft zu früh entrissenen Hallenser Chemiker Heintz; gleichzeitig mag das innige Verhältniss der beiden Mineralien Pinnoit und Heintzit auf das Verhältniss der beiden Persönlichkeiten im Leben hindeuten; schliesslich brauche ich wohl kaum anzudeuten, dass das Gefühl der Dankbarkeit und Verehrung es vorzüglich gewesen ist, welches mich bewogen hat, dem Minerale den Namen Heintzit zu ertheilen.

Halle a. S. 1890, Mineralogisches Institut.

---

*) Etwas getrübter Krystall.

XXVIII. Die Entdeckung des Eintheilungsprincips der Krystalle durch J. F. C. Hessel.

Eine historische Studie.

Von

L. Sohncke in München.

(Mit Taf. V und 2 Textfiguren.)

In neuerer Zeit hat sich die Erkenntniss Bahn gebrochen, — freilich zunächst hauptsächlich bei den Mathematikern, weniger bei den Krystallographen —, dass die besonders durch C. Friedr. Naumann in seinem Handbuche der reinen und angewandten Krystallographie 1830, sowie anderwärts ausgebildete und zu weitester Verbreitung gelangte Methode einer Eintheilung des ganzen Reiches der Krystalle in Systeme und Unterabtheilungen nicht die endgiltige und der Natur wahrhaft angemessene ist, wenn sie auch durch ihre Unterscheidung der Voll- und Theilflächner den Ergebnissen der nach streng geometrischen Grundsätzen vorgenommenen Eintheilung ziemlich nahe kommt.

Das Verdienst: das wahre Eintheilungsprincip aufgedeckt und zuerst die allein möglichen 32 Krystallklassen aufgestellt zu haben, wird nun aber — soweit mir bekannt — nirgends dem wirklichen ersten Entdecker zugeschrieben, sondern es werden für diese Entdeckung immer nur Spätere angeführt*). Ich glaube daher eine Pflicht der historischen Gerechtigkeit zu erfüllen, wenn ich im Folgenden versuche, die Verdienste Hessel's auf diesem Gebiete etwas näher zu beleuchten.

Joh. Friedr. Christian Hessel, Dr. med. et phil., ehemals (seit 1821) Professor der Mineralogie, der Berg- und Hüttenkunde in Marburg, hat seine auf unseren Gegenstand bezüglichen Untersuchungen niedergelegt

*) Vergl. z. B. Minnigerode, Unters. über d. Symmetrieverh. d. Kryst. Neues Jahrb. f. Min., Beilage-Bd. 5, 1887, S. 145. Diese Zeitschr. 15, 516. A. Schönflies. Nachr. d. k. Ges. d. Wiss. zu Göttingen 1888, S. 484; 1890, S. 2.



male des Mittelpunktes einer für ihn möglichen Horizontalprojection p identische, durch blosse Umdrehung um diese Normale mit einander vertauschbare Stellungen jeder Art hat, so nennt man ihn einen in Beziehung zu dieser Normale p-gliedrigen Körper und diese Umdrehungsnormale selbst eine p-gliedrige Axe des Körpers.« Heutzutage nennt man eine solche Gerade bekanntlich eine p-zählige Axe. An späterer Stelle (S. 1061) wird dann aber jede durch den Mittelpunkt des Gleichwerthes gehende Gerade von Hessel »Axe« genannt. Da die Axe eine durch den Mittelpunkt hindurchgehende, nicht eine von ihm ausgehende, Gerade ist, so enthält sie zwei entgegengesetzte Richtungen.

Aus dem Zusammenvorkommen p-gliedriger Axen mit Symmetrieebenen entspringen mehrere besondere Fälle, welche Hessel mit eigenen Namen belegt. So nennt er eine p-gliedrige Axe, je nachdem sie in einer Symmetrieebene liegt oder nicht, zweifach p-gliedrig oder einfach p-gliedrig; und dieselben Namen legt er den mit solchen Axen versehenen Körpern selber bei. Je nachdem ferner senkrecht zu einer Axe eine Symmetrieebene vorhanden ist oder nicht, nennt er die Axe gleichstellig oder ungleichstellig. Endlich heisst sie gerenstellig, wenn die Flächenvertheilung um ihre beiden Enden sphenoidisch ist, d. h. wenn — bei Halbirung des Körpers durch eine senkrecht zur Axe durch's Centrum gelegte Ebene — die Flächen der einen Hälfte durch Drehung um $\frac{1}{2} \cdot \frac{2\pi}{p}$ um diese p-gliedrige Axe in spiegelbildliche Lage zu den ungedreht gebliebenen Flächen der anderen Hälfte gelangen.

Es sind nun, wie Hessel beweist (S. 1059), nur folgende sieben Fälle für den Charakter einer Axe möglich, und beide Enden haben jedesmal die in Klammern beigefügte Beschaffenheit:

Ungleichendig			1. einfach p-gliedrig		
			2. zweifach	-	
Gleichendig	gleichstellig		3. einfach	-	(|=)
			4. zweifach	-	(≂ u. =|)
	ungleichstellig	gerenstellig	5. einfach	-	(=|)
			6. zweifach	-	(≂ u. |=)
		ebenbildlich	7. einfach	-	(≂)

Man könnte erwarten, als achte Möglichkeit die »gleichendig ebenbildlich zweifach p-gliedrige Axe« aufgezählt zu sehen. Indessen überzeugt man sich leicht, dass dieser Axencharakter keinen neuen Fall darstellt, indem er entweder mit Nr. 4 oder mit Nr. 6 zusammenfällt.

Es ist nun augenscheinlich möglich, dass eine und dieselbe Gestalt mehrere verschiedenartige Axen besitze. Unter denselben fassen wir diejenige p-gliedrige Axe in's Auge, für welche p den grössten Zahlwerth hat.

Wenn nur eine solche vorhanden ist, heisst sie Hauptaxe. Wir verfolgen jetzt diesen Fall, d. h. wir betrachten zunächst nur **hauptaxige Gestalten.**

Bei Krystallen kann p (wie Hessel zeigt) in Folge des Rationalitätsgesetzes nur einen der fünf Werthe 1, 2, 3, 4, 6 besitzen. Und da in jedem dieser fünf Fälle die Hauptaxe eine der aufgeführten sieben charakteristischen Beschaffenheiten haben kann, so scheinen sich für die hauptaxigen Krystallgestalten 35 verschiedene Abtheilungen zu ergeben. Es lässt sich indessen leicht zeigen, dass sich diese Anzahl um 8 Fälle verringert. Dies erkennt man so:

Zunächst sei $p = 1$. Dass die Hauptaxe einer Gestalt eingliedrig (einzählig) sei, bedeutet: Die Gestalt besitzt eine Axe, um die man sie um $\frac{2\pi}{1}$ drehen muss, damit sie denselben Theil des Raumes wieder einnehme wie zuvor. Diese Bedingung ist offenbar für jede beliebige Gestalt von jeder beliebigen durch sie hindurchgelegten Geraden erfüllt. Also sagt die Bedingung $p = 1$, mit Anwendung der heute üblichen Bezeichnungsweise, aus, dass die Gestalt keinerlei Symmetrieaxe (Deckbewegungsaxe) besitzt. Prüfen wir nun die sieben möglichen Charaktere.

Nr. 2. Die Axe ist »ungleichendig zweifach eingliedrig«, d. h. die Gestalt besitzt eine Symmetrieebene, in welcher die beliebige als Axe gewählte Gerade liegt.

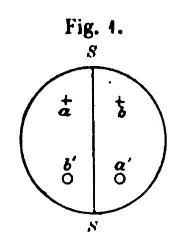
Nr. 3. Die Axe ist »gleichendig gleichstellig einfach eingliedrig«, d. h. die Gestalt besitzt eine Symmetrieebene senkrecht zu der beliebigen als Axe gewählten Geraden. — Die beiden Charaktere Nr. 2 und Nr. 3 sind augenscheinlich identisch, denn sie unterscheiden sich nur durch die willkürliche Wahl der mit dem Namen »Axe« zu bezeichnenden Geraden.

Nr. 4. Die Axe ist »gleichendig gleichstellig zweifach eingliedrig«, d. h. die Gestalt besitzt zwei Symmetrieebenen, in deren einer die zur Axe gewählte Gerade liegt, während die andere auf ihr senkrecht steht. Nun ist aber die Schnittlinie zweier aufeinander senkrechter Symmetrieebenen nothwendiger Weise stets eine zweizählige Deckdrehungsaxe $\left(A_{\frac{2\pi}{2}, 0}\right)$, wie man leicht einsieht; also gehört dieser Fall zu den Gestalten mit zweizähliger Hauptaxe, ist also aus der Abtheilung $p = 1$ auszuschliessen.

Nr. 6. Die Axe ist »gleichendig gerenstellig zweifach eingliedrig«, d. h. die zur Axe gewählte Gerade liegt in einer Symmetrieebene, und wenn man eine Ebene senkrecht zur Axe durch's Centrum legt und die eine der so entstandenen Hälften um $\frac{1}{2} \cdot \frac{2\pi}{1}$ (= 180°) um die Axe dreht, so kommt sie in spiegelbildliche Lage zu der ungedreht gebliebenen anderen

Hälfte. Bedeutet in der stereographischen Projection a irgend eine Flächennormale, so fordert die Symmetrieebene SS die Existenz der b. Die Gerenstelligkeit der (vertical gedachten) Axe fordert auf der Unterseite die Flächennormalen a' und b' (s. Fig. 1). Hieraus folgt, dass die Gestalt eine zweizählige Symmetrieaxe senkrecht zur Symmetrieebene besitzen muss, dass sie also gar nicht in die Abtheilung $p = 1$ gehört, da sie eine zweigliedrige Hauptaxe besitzt.

Fig. 1.



Nr. 7. Die Axe ist »gleichendig ebenbildlich einfach eingliedrig«, d. h. die beiden Enden dieser Axe sind in der Weise mit Flächen umgeben, dass sie zur Deckung gebracht werden können. Zur Herbeiführung jener Deckung bedarf es einer zweizähligen Drehung um eine zu jener eingliedrigen Axe senkrechte Gerade, wodurch jene Axe mit vertauschten Enden in sich selbst gelegt wird. Diese nothwendig vorhandene Drehaxe ist aber eine zweigliedrige Hauptaxe, so dass eine solche Gestalt gar nicht in die Abtheilung $p = 1$ gehört.

Von den sieben von vornherein möglichen Fällen erweisen sich also drei als nicht zur Abtheilung $p = 1$ gehörig, und zwei andere als identisch, so dass nur drei verschiedene Fälle bei $p = 1$ übrig bleiben.

Jede der Annahmen $p = 2$ und $p = 3$ liefert alle sieben Fälle.

Bei den Annahmen $p = 4$ und $p = 6$ müssen je die beiden Fälle mit gerenstelligen Axen ausgeschlossen werden, weil sie sich unvereinbar mit dem Rationalitätsgesetze erweisen. Es würden nämlich senkrecht zur Hauptaxe acht resp. zwölf Richtungen gleichwerthig sein (d. h. diese Gestalten wären ein- und viermaassig, resp. ein- und sechsmaassig, wovon nachher Genaueres). Die Annahmen $p = 4$ und $p = 6$ führen also nur auf je fünf Abtheilungen.

Die hauptaxigen Krystallgestalten zerfallen also insgesammt in 27 Abtheilungen.

Die hauptaxenlosen Gestalten sind durch den Besitz mehrerer gleicher p-gliedriger Axen ausgezeichnet. Ohne hier auf Hessel's Ableitungen näher einzugehen, will ich nur seine Resultate anführen. Darnach kann bei diesen Gestalten p für die meist = zähligen Axen nur die Werthe 3, 4 und 5 haben, von denen jedoch der letztere durch das Rationalitätsgesetz für Krystalle ausgeschlossen wird.

Bei $p = 4$ giebt es zwei Fälle:

1) drei aufeinander senkrechte gleichendige gleichstellige zweifach viergliedrige Axen, begleitet von vier gerenstellig gleichendig zweifach dreigliedrigen Axen, gelegen in den Diagonalen eines Würfels (S. 1134).

2) drei aufeinander senkrechte gleichendige ebenbildliche einfach vier-

gliedrige Axen, begleitet von vier gleichendigen ebenbildlichen einfach dreigliedrigen Axen, gelegen in den Diagonalen eines Würfels (S. 1136).

Bei $p = 3$ giebt es drei Fälle:

1) vier ungleichendige zweifach dreigliedrige Axen, begleitet von drei aufeinander senkrechten gerenstellig gleichendigen zweifach zweigliedrigen Axen (S. 1137).

2) vier ungleichendige einfach dreigliedrige Axen, begleitet von drei aufeinander senkrechten ebenbildlich gleichendigen einfach zweigliedrigen Axen (S. 1138).

3) vier gleichendige gerenstellige einfach dreigliedrige Axen, begleitet von drei aufeinander senkrechten gleichstellig gleichendigen zweifach zweigliedrigen Axen (S. 1139).

In allen drei Fällen liegen die dreizähligen Axen wie die Diagonalen eines Würfels.

Mehr als diese fünf hauptaxenlosen Krystallabtheilungen giebt es nicht.

Im Ganzen existiren also 32 Krystallabtheilungen.

Vor der Mittheilung der Uebersichtstabelle dieser Abtheilungen mögen aber zunächst einige der Hessel'schen Betrachtungen über die »Vereinigung der hauptaxigen Strahlensysteme in höheren Abtheilungen« (S. 1077 Platz finden.

Gegeben sei eine Gestalt — oder, was auf dasselbe hinauskommt, ein Strahlensystem — mit Hauptaxe. Senkrecht zur Hauptaxe lege man einen Querschnitt durch ihren Mittelpunkt. Alle durch den Mittelpunkt dieser Querschnittsfigur hindurchgehenden Geraden mögen Queraxen heissen. Unter diesen Queraxen wird es im Allgemeinen Gruppen von gleichwerthigen geben. Man fasse diejenigen gleichwerthigen Queraxen (oder Axen von einer Art) in's Auge, deren Anzahl (m) die geringste ist. Solcher in kleinster Zahl (m) vorkommender Queraxen giebt es mindestens zwei Arten. In einem hauptaxigen Strahlensystem existiren also: eine Hauptaxe, m ausgezeichnete Queraxen erster Art, m ausgezeichnete Queraxen zweiter Art, je m oder je $2m$ sonstige Queraxen. Wenn es nur zwei Arten von Queraxen giebt, die in geringster Anzahl vorkommen, so sind sie auch sonst durch ihre höhere Regelmässigkeit ausgezeichnet. Kommen dagegen alle Arten von Queraxen in derselben geringsten Anzahl (m) vor, so kann man doch zwei dieser Arten als die wichtigeren betrachten (gleichwie es möglich ist, unter mehreren einheitlichen Axen des Systems eine als die Hauptaxe anzusehen). Diese zwei Arten von Queraxen nennt man Messungsqueraxen oder Querdimensionsaxen. Dieselben werden mit der Hauptaxe unter dem gemeinschaftlichen Namen »Messungsaxen« zusammengefasst. Alsdann können die hauptaxigen Strahlensysteme zu mehreren in Familien vereinigt werden, so dass diejenigen, welche einerlei

Anzahl von Messungsqueraxen einer Art (und folglich auch der anderen Art) besitzen, zu einer und derselben Familie gehören und **ein- und *m*-maassige Gestalten** benannt werden können (S. 1078).

Der Zahlwerth m hängt mit der Zahl p (welche die Gliedrigkeit oder Zähligkeit der Hauptaxe bestimmt) augenscheinlich in der einfachen Weise zusammen, dass p entweder $= m$ oder $= 2m$ ist. Z. B. kommen drei gleiche Querdimensionen sowohl den Gestalten mit dreigliedriger Hauptaxe, als solchen mit sechsgliedriger Hauptaxe zu.

Bei seinen Untersuchungen über das Gerengesetz (Rationalitätsgesetz) leitet Hessel später den Satz ab (S. 1239 und 1240): »Bei ein- und m-maassigen Strahlensystemen, deren $m > 3$ ist, kann die Gesammtheit der ebenbildlichen Strahlen nicht zu einem und demselben gerengesetzlichen Strahlenverein gehören«, d. h. diese Gesammtheit genügt dem Rationalitätsgesetz nicht. Demnach kann bei Krystallen m nicht grösser als 3 sein, so dass es unter den hauptaxigen Krystallen nur ein- und einmaassige, ein- und zweimaassige, ein- und dreimaassige giebt. Man hat daher folgende Hauptabtheilungen der Krystallgestalten (S. 1277):

I. Klasse: Hauptaxenlose Krystallgestalten.
Nur eine Ordnung: Dreigliedrig vieraxige Gestalten.

II. Klasse: Hauptaxige Krystallgestalten.
Erste Ordnung: Einfach einaxige.
a) Familie der ein- und dreimaassigen.
b) Familie der ein- und zweimaassigen.
Zweite Ordnung: Mehrfach einaxige oder ein- und einmaassige.

»Mit dieser Eintheilung stimmt auf eine merkwürdige Weise das Verhalten der durchsichtigen Krystalle gegen das Licht überein. Krystalle der Klasse I besitzen keine doppelte Strahlenbrechung, während diese Eigenschaft denen der Klasse II zusteht. Die der ersten Ordnung der Klasse II haben eine Axe doppelter Strahlenbrechung, welche mit der einzigen einheitlichen Axe, der Hauptaxe, zusammenfällt; jene der zweiten Ordnung besitzen zwei Axen doppelter Brechung.«

In der nun folgenden Uebersichtstabelle der 32 möglichen Krystallabtheilungen ist die Bezeichnung nicht so abgekürzt gewählt, wie sie Hessel selber (S. 1280 ff.) giebt, sondern es ist die ausführlichere Bezeichnung, wie sie sich an früheren Orten (S. 1130, 1078, 1079) findet, — der besseren Verständlichkeit wegen — beibehalten, Hessel's abgekürzte Bezeichnung aber durch gesperrten Druck kenntlich gemacht. Im Uebrigen ist die Tabelle genau in der von Hessel gewählten Anordnung belassen. Während aber Hessel bei allen Nummern der Tabelle, wo es *möglich ist*, die Weiss'sche und Mohs'sche Benennung, sowie einzelne

Mineralnamen als Beispiele hinzufügt, habe ich die Gadolin'schen Bezeichnungen beigesetzt. Ferner habe ich eine Figurentafel hinzugefügt, in der alle Krystallabtheilungen mit denselben Nummern wie in der Tabelle versehen sind. Diese Figurentafel findet sich allerdings nicht bei Hessel's grosser Abhandlung, sondern ist von ihm erst einer viel späteren Arbeit*) beigegeben. Doch schien es mir nicht überflüssig, diese an entlegener Stelle veröffentlichten Figuren hier der Vergessenheit zu entreissen. Zum Verständniss der Tafel V diene Folgendes. Die hauptaxenlosen Gestalten sind durch Würfel repräsentirt; auf den drei dem Beschauer zugewandten Flächen dieser — undurchsichtig gedachten — Würfel sind gewisse Radien gezogen, deren Anordnung die Symmetrieverhältnisse der betreffenden Krystallabtheilung veranschaulicht. Die übrigen Figuren, die hauptaxigen Krystalle darstellend, sind als durchsichtige Prismen zu denken, deren Axe parallel zur Hauxtaxe ist und auf der Zeichnungsfläche senkrecht steht. Auf beiden Endflächen sind Radien gezogen zu denken, doch ist jeder Radius immer nur durch zwei Punkte, die seine Richtung bestimmen, dargestellt. Damit die auf der Unterseite gezogenen Radien von den oberen unterscheidbar seien, sind für sie statt der Punkte kleine Kreise gezeichnet, die man also von der Unterfläche her durch das, etwa aus Glas bestehend zu denkende Prisma hindurchsieht.

Hessel'sche Bezeichnung.	Gadolin'sche Bezeichnung.
A.	
Dreigliedrig vieraxige Systeme.	Reguläres Krystallsystem.
1. Zweifach dreigliedrig achtstrahliges System.	Vollflächner.
2. Einfach dreigliedrig achtstrahliges System.	Halbflächner mit abwechselnden Flächen.
3. Zweifach dreigliedrig vierstrahliges System.	Tetraëdrische Halbflächner.
4. Einfach dreigliedrig vierstrahliges System.	Viertelflächner.
5. Einfach dreigliedrig zweimal vierstrahliges System.	Dodekaëdrische Halbflächner.
B.	
Ein- und dreimaassige Systeme.	Hexagonales Krystallsystem.
1. Gleichstellig gleichendig zweifach sechsgliedriges System.	Vollflächner.

*) Ueber gewisse merkwürdige statische und mechanische Eigenschaften der Raumgebilde, welche einen Schwerpunkt haben u. s. f. Marburg 1862. 4⁰. 40 Seiten. (Gratulationsschrift d. philos. Facult. d. Univ. Marburg zum 50. Jahrestage d. Doctorwürde durch Herrn Prof. Gerling.)

2. Gleichstellig gleichendig einfach sechsgliedriges System.	Pyramidale Halbflächner.
3. Ebenbildlich gleichendig einfach sechsgliedriges System.	Trapezoëdrische Halbflächner.
4. Ungleichendig zweif. sechsgliedriges System.	Hemimorphie der Vollflächner.
5. Ungleichendig einf. sechsgliedriges System.	Hemimorphie der trapezoëdrische und pyramidalen Halbflächner.
6. Gerenstellig gleichendig zweifach dreigliedriges System.	Rhomboëdrische Halbflächner.
7. Gerenstellig gleichendig einfach dreigliedriges System.	Rhomboëdrische Viertelflächner.
8. Ebenbildlich gleichendig einfach dreigliedriges System.	Trapezoëdrische oder trigonotyp Viertelflächner.
9. Gleichstellig gleichendig zweifach dreigliedriges System.	Trigonotype Halbflächner.
10. Gleichstellig gleichendig einfach dreigliedriges System.	Pyramidale Viertelflächner.
11. Ungleichendig zweifach dreigliedriges System.	Hemimorphie der rhomboëdrische und trigonotypen Halbflächner.
12. Ungleichendig einfach dreigliedriges System.	Hemimorphie der Viertelflächner.

C.

Ein- und zweimaassige Systeme.	Tetragonales Krystallsysten
1. Gleichstellig gleichendig zweifach viergliedriges System.	Vollflächner.
2. Gleichstellig gleichendig einfach viergliedriges System.	Pyramidale Halbflächner.
3. Ebenbildlich gleichendig einfach viergliedriges System.	Trapezoëdrische Halbflächner.
4. Ungleichendig zweifach viergliedriges System.	Hemimorphie der Vollflächner.
5. Ungleichendig einf. viergliedriges System.	Hemimorphie der Halbflächner.
6. Gerenstellig gleichendig zweifach zweigliedriges System.	Sphenoidische Halbflächner.

7. Gerenstellig gleichendig einfach zweigliedriges System.	Sphenoidische Viertelflächner.

D.

Ein- und einmaassige Systeme.	Rhombisches, monoklines u. triklines Krystallsystem.
1. Gleichstellig gleichendig zweifach zweigliedriges System.	Rhombische Vollflächner.
2. Gleichstellig gleichendig einfach zweigliedriges System.	Monokline Vollflächner.
3. Ebenbildlich gleichendig einfach zweigliedriges System.	Rhombisch-sphenoidische Halbflächner.
4. Ungleichendig zweifach zweigliedriges System.	Rhombische Hemimorphie.
5. Ungleichendig einfach zweigliedriges System.	Monokline Hemimorphie.
6. Gerenstellig gleichendig zweifach eingliedriges System (= 2).	Monokline Vollflächner.
7. Gerenstellig gleichendig einfach eingliedriges System.	Trikline Vollflächner.
8. Ebenbildlich gleichendig einfach eingliedriges System (= 5).	Monokline Hemimorphie.
9. Gleichstellig gleichendig zweifach eingliedriges System (= 4).	Rhombische Hemimorphie.
10. Gleichstellig gleichendig einfach eingliedriges System.	Monokline Halbflächner.
11. Ungleichendig zweifach eingliedriges System (= 10).	Monokline Halbflächner.
12. Ungleichendig einfach eingliedriges System.	Trikline Halbflächner.

Anmerkung. Bei D. 2. bemerkt Hessel: kann auch als eingliedrig (D. 6.) betrachtet werden. Bei D. 8. sagt er: kann als ungleichendig einfach zweigliedrig (D. 5.) betrachtet werden. Bei D. 9. sagt er: kann als ungleichendig zweigliedrig (D. 4.) betrachtet werden. Bei D. 10. sagt er: kann auch als ungleichendig eingliedrig (D. 11.) erscheinen. — Somit reduciren sich also die 36 Abtheilungen schon nach Hessel's eigenen Angaben auf 32.

Anhang.

Die im Vorstehenden kurz skizzirte grundlegende Untersuchung Hessel's scheint, wie erwähnt, gänzlich unbeachtet geblieben zu sein; sonst wäre es unverständlich, wieso später derselbe Gegenstand mehrmals gänzlich von Neuem, und ohne Erwähnung des Namens Hessel, von verschiedenen Gelehrten hat wieder in Angriff genommen werden können.

Zunächst war es Bravais*) 1849, der die Untersuchung neuerdings vornahm. Nach einer unvergleichlich eleganteren Methode suchte er die durch ihre Symmetrieverhältnisse unterschiedenen Polyëder auf. Da er indessen schon bei der allgemeinen Untersuchung eine mögliche Symmetrieart übersah, nämlich die von Hessel als Gerenstelligkeit bezeichnete oder sphenoidische Symmetrie, so fehlt bei der schliesslichen Anwendung der allgemeinen Ergebnisse auf die Krystalle eine Krystallabtheilung, nämlich Hessel's Abth. C. 7. (die sphenoidischen Viertelflächner des tetragonalen Systems). Doch hat Bravais bei der Musterung der möglichen Theilflächner**) diese Lücke selbst entdeckt und (S. 229) diese einzige fehlende Form ausdrücklich angegeben. Ebendaselbst hat er sie auch in die Schlusstabelle IX, S. 275, begleitet von einer Anmerkung, aufgenommen, trotzdem sie durch seine allgemeinen Untersuchungen nicht gefordert wird***).

Achtzehn Jahre später hat Axel Gadolin†) die Untersuchungen neuerdings aufgenommen, augenscheinlich ohne Kenntniss seiner beiden Vorgänger. Er geht von dem Principe aus, dass alle diejenigen Gestalten in dieselbe Klasse gehören, bei denen die Anzahl und Anordnung der gleichen Richtungen dieselbe ist. Demnach sucht er alle Möglichkeiten verschiedener Anordnung von gleichen Richtungen auf. Zwei Richtungen A und A' nennt er gleich, wenn A zu einem Flächenpaare a, b ebenso liegt, wie A' zu einem entsprechenden Flächenpaare a', b', so dass also die Winkel (a, b) (a, A) (b, A) den Winkeln (a', b') (a', A') (b', A') einzeln gleich sind. Die Gleichheit der Richtungen ist nun entweder Deckungsgleichheit oder symmetrische Gleichheit, je nachdem die entsprechenden Winkel in derselben oder in umgekehrter Reihe auf einander folgen. Indem das Rationalitätsgesetz von vornherein von Gadolin eingeführt wird,

*) Journ. d. Math. par Liouville, **14**, Paris 1849. Mém. sur l. polyèdres de forme symétrique.

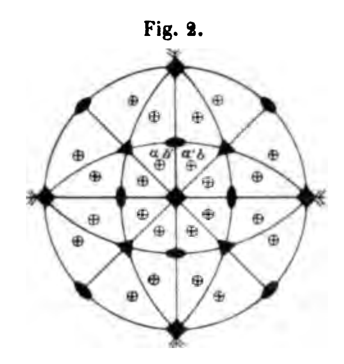
) Journ. de l'école polyt., **20, 1851. Études cristallographiques pag. 220 und 229.

***) Auf diese merkwürdige Inconsequenz wurde ich noch besonders durch Herrn Dr. Blasius aufmerksam gemacht.

†) Acta soc. Fennicae, **9**, Helsingfors 1871. Mém. s. l. déduction d'un seul principe de tous les systèmes cristallographiques avec leurs subdivisions. Datirt 1867.

ist seine Untersuchung natürlich nur auf Krystalle beschränkt, dafür aber auch ungemein einfach und durchsichtig. Er findet dieselben 32 Abtheilungen wie Hessel. Seine Bezeichnungen sind oben in der Tabelle angeführt. Aeusserst anschaulich und empfehlenswerth ist auch die von ihm gewählte Darstellung durch Figuren in stereographischer Projection. Die Punkte, in welchen die zwei-, drei-, vier-, sechszähligen Symmetrieaxen die Projectionskugel schneiden, werden durch die Zeichen ⬬, ▲, ■, ⬢ veranschaulicht. Voll ausgezeichnete (nicht nur punktirte) Kreisbogen bedeuten Symmetrieebenen. Kreuzchen + und kleine Kreise ○ stellen die Schnittpunkte von Flächennormalen mit der oberen, resp. unteren Kugelfläche vor. Pfeilfiedern deuten die Lage der krystallographischen Axen an. a und b bedeuten symmetrisch gleiche Flächen auf der oberen Hälfte des Krystalles, a' und b' desgleichen auf der unteren Hälfte. Fig. 2 zeigt in dieser Art die gesammten Symmetrieverhältnisse der Vollflächner des regulären Systemes, nämlich die vier-, drei- und zweizähligen Symmetrieaxen, die Symmetrieebenen, die Krystallaxen und auch die 48 Flächen der allgemeinsten hier hergehörigen Krystallgestalt. Die Gadolin'sche Untersuchung und bildliche Darstellung wird, wie mir scheint, für diesen Theil der Krystallographie dauernd massgebend sein, zumal da sie von mathematischen Hilfsmitteln gerade nur soviel in Anspruch nimmt, als für den vorliegenden Zweck unerlässlich ist.

Fig. 2.



1884 hat P. Curie*) die Bravais'sche Untersuchung von Neuem aufgenommen und nunmehr ohne Lücke allgemein durchgeführt, indem er auch die sphenoidische Symmetrie (plan de symétrie alterne à pôle d'ordre q) berücksichtigt. Seine zwei Abhandlungen sind vorzüglich klar und elegant. Doch findet er, bei Anwendung seiner allgemeinen Ergebnisse auf die Krystalle, zunächst 36 mögliche Krystallabtheilungen. Dazu bemerkt er: »Aber Erwägungen über die innere Constitution der krystallisirten Körper, welche wir hier nicht auseinandersetzen können, haben uns gezeigt, dass bei solchen Körpern als Ebenen abwechselnder Symmetrie nur solche mit Pol von der Ordnung 2 oder 3 existiren können. Vier von den vorhergehenden Abtheilungen zeigen sich daher als unmöglich (nämlich die mit Pol von der Ordnung 4 und 6), und die Zahl der für die äussere Form der Krystalle möglichen Abtheilungen findet sich schliesslich auf 32 reducirt«

*) Bulletin d. l. Soc. minéralog. de France **7**, Paris 1884. S. 1. questions d'ordre: répétitions (p. 89). S. 1. symétrie (p. 418). Ref. diese Zeitschr. **11**, 183.

(S. 453 u. 454). — Von denselben vier Fällen hat Hessel, wie oben (S. 5) angeführt, gezeigt, dass sie wegen Unvereinbarkeit mit dem Rationalitätsgesetz ausgeschlossen werden müssen.

Endlich sei noch erwähnt, dass 1887 B. Minnigerode*) die Frage nach überhaupt möglichen Symmetrieeigenschaften der Körper vom Standpunkte der Gruppentheorie aus behandelt hat. »In der Sache findet Uebereinstimmung statt mit den Ergebnissen von Curie (und den anderen Vorgängern), wenn auch die Ausdrucksweise ganz verschieden ist.«

*) Neues Jahrb. f. Mineralog., 1887, Beilage-Band **5**, 145. Unters. über die Symmetrieverhältnisse d. Krystalle. Diese Zeitschr. **15**, 516.

XXIX. Spangolith, ein neues Kupfermineral.

Von

S. L. Penfield in New Haven*).

(Mit 5 Textfiguren.)

Durch Herrn Norman Spang in Etna, Allegheny County, Pa., welchen ich im Sommer 1889 besuchte, wurde ich auf eine Stufe eines prachtvoll krystallisirten, unbekannten Minerales aufmerksam gemacht, welches er von einem Sammler in Tombstone, Arizona, erhalten hatte. Derselbe hatte eine kleine Sammlung von Mineralien, die er aus einem Umkreise von etwa 200 Meilen zusammengebracht hatte; des genauen Fundortes jenes Stückes konnte er sich aber nicht mehr zweifellos entsinnen, doch glaubt er, es im Globe-District gefunden zu haben. Da auch Herr Spang sich des Namens des Sammlers nicht mehr entsinnt, von welchem er es erwarb, so muss der genauere Fundort, bis weitere Stücke aufgefunden werden, unbekannt bleiben. Auf meinen Wunsch, das Mineral zu untersuchen, hat mir Herr Spang das Handstück in zuvorkommendster Weise überlassen und später sogar geschenkt; dasselbe ist gegenwärtig in der Sammlung des Herrn Prof. J. Brush aufbewahrt.

Die Voruntersuchung mit dem Löthrohre ergab, dass zweifellos ein neues, wie wir weiter sehen werden, sehr interessantes Mineral und zwar ein wasserhaltiges Sulfato-Chlorid des Kupfers vorliegt, welches ich zu Ehren des Herrn Spang, der mir so freundlichst entgegen kam, Spangolith benennen möchte.

Das Originalstück, von der Grösse eines kleinen Hühnereies, bildet eine gerundete Masse, bestehend aus unreinem Cuprit, welcher fast ganz bedeckt ist mit den hexagonalen Krystallen des Spangoliths in Gesellschaft von einigen wenigen Krystallen von Kupferlasur, sowie einigen kleinen prismatischen Krystallen eines chlorhaltigen Kupferminerals, wahrscheinlich Atacamit.

Der Spangolith krystallisirt hexagonal-rhomboëdrisch. Der Habitus der Krystalle ist nicht sehr wechselnd; alle zeigen vorherrschend die Basis,

---

*) Aus dem Maihefte 1890 des Am. Journ. of Sc. vom Ve[illegible]

sowie eine Reihe von anscheinend hexagonal-holoëdrischen Pyramiden, welche indessen, wie im Weiteren gezeigt wird, als solche der zweiten Ordnung aufgefasst werden müssen. Einige derselben zeigen die in Fig. 1

Fig. 1.

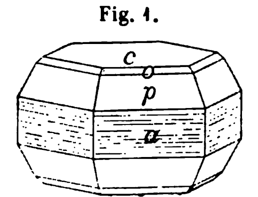
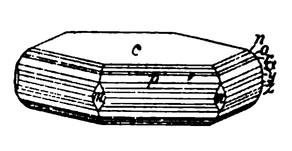


Fig. 2.



dargestellte Ausbildung, bestehend aus einem Prisma, welches indessen stets so matt und gestreift ist, dass keine Reflexbilder zu erlangen sind, in Combination mit Pyramiden und der Basis.

Andere Krystalle dagegen sind flacher (Fig. 2) und zeigen eine grosse Reihe von Pyramiden in oscillatorischer Combination, welche eine, rings um den Krystall herumlaufende, Streifung hervorrufen und die Entzifferung derselben zu einer schwierigen Aufgabe gestalten. Zuweilen wurde an einigen Krystallen das Prisma m der ersten Ordnung aufgefunden, das zwar nur schmal entwickelt, aber gute Reflexe giebt.

Das der Untersuchung zur Verfügung stehende Material war ein beschränktes, doch wurden sorgfältigst nur die allerbesten und reinsten Krystalle zur krystallographischen und chemischen Untersuchung ausgewählt. Eine Anzahl kleinerer Krystalle wurde in den wichtigsten Zonen zwischen $0P$ und den Pyramiden durchgemessen. Die Basis gab gewöhnlich gute Reflexe, dagegen lieferten die Pyramiden in der Zone mit der Basis meist nur ein ununterbrochenes Band von Reflexen, hervorgerufen durch die Streifung, in welchem jedoch gewöhnlich einzelne schärfere Partien festgestellt werden konnten, welche der Lage von deutlichen Pyramidenflächen entsprechen. Beim Durchmessen von 15 unabhängigen Pyramidenzonen an fünf verschiedenen Krystallen wurde nur ein einziger gefunden, welcher scharfe Reflexe der Pyramidenflächen lieferte (Krystall Nr. 1). An diesem wurde der Winkel $c:p = (0001):(2\bar{1}\bar{1}2) = 63^{0}32'$ gemessen. Noch etwas bessere Resultate wurden erhalten bei der Messung von Pyramide zu Pyramide, da die Signale nicht so sehr durch die Streifung gestört waren: die unten gegebenen und zu Fundamentalwerthen genommenen Werthe wurden an diesem Krystalle erhalten.

Es wurde gemessen

$$p:p' = (2\bar{1}\bar{1}2):(11\bar{2}2) = 53^{0}11'30'',$$

woraus sich für die Hauptaxe der Werth $c = 2{,}0108$ berechnet.

Der grösste Krystall (Nr. 2) war glücklicherweise derart aufgewachsen, dass er, ohne ihn ablösen zu müssen, auf dem Stücke gemessen werden konnte. Er war sehr symmetrisch ausgebildet und vom Habitus wie in

Fig. 1, Durchmesser 8 mm, Höhe 5½ mm. Am einen Ende des Krystalles waren etwa fünf oder sechs gut ausgebildete Pyramidenflächen p vorhanden, welche nur ganz leicht durch die horizontale Streifung gestört waren. Der Krystall sass indessen so, dass nicht alle zum Reflectiren gebracht werden konnten; nichtsdestoweniger wurden eine Anzahl ganz befriedigender Messungen erhalten, welche unten aufgeführt sind. In der folgenden Tabelle sind ganz kurz die Messungen wiedergegeben, welche an den beiden besten Krystallen von den Flächen $c(0001)0P$, $p(2\bar{1}\bar{1}2)P2$, $o(2\bar{1}\bar{1}4)\frac{1}{2}P2$ und $m(10\bar{1}0)\infty P$, welche alle gute Reflexe lieferten, erhalten worden waren. Die Messungen sind mit dem Websky'schen Ocular β ausgeführt.

	Kryst. Nr. 1:	Kryst. Nr. 2:	Berechnet:
$p:p = (2\bar{1}\bar{1}2):(11\bar{2}2) =$	*53° 11′ 30″	53° 13′ 45″	53° 11′ 30″
- $= (11\bar{2}2):(\bar{1}2\bar{1}2) =$	—	53 11 45	53 11 30
- $= (\bar{1}2\bar{1}2):(\bar{2}112) =$	—	53 14	-
- $= (2\bar{1}\bar{1}2):(\bar{1}\bar{1}22) =$	—	101 43	101 41
$p:o = (2\bar{1}\bar{1}2):(1\bar{2}14) =$	50 48	50 51	50 51
$p:c = (2\bar{1}\bar{1}2):(0001) =$	63 32	—	63 33 30
$p:m = (2\bar{1}\bar{1}2):(10\bar{1}0) =$	39 4	—	39 9

Die Uebereinstimmung zwischen den gemessenen und berechneten Werthen ist eine sehr gute und der zum Fundamentalwerth genommene Winkel jedenfalls sehr genau.

Ordnet man ferner alle in den gemessenen 15 Basiszonen der Pyramiden erhaltenen Werthe, so findet man, dass, mit wenigen Ausnahmen, sich dieselben in Gruppen ordnen lassen, welche die Existenz einer weiteren Reihe von Pyramiden anzeigen, von welchen ausser den schon genannten etwa folgende angeführt werden könnten: $k\{2\bar{1}\bar{1}8\}\frac{1}{4}P2$, $n\{2\bar{1}\bar{1}6\}\frac{1}{3}P2$, $r\{6\bar{3}\bar{3}8\}\frac{3}{4}P2$, $l\{6\bar{3}\bar{3}7\}\frac{6}{7}P2$, $x\{6\bar{3}\bar{3}4\}\frac{3}{2}P2$, $y\{2\bar{1}\bar{1}1\}2P2$, $z\{6\bar{3}\bar{3}2\}3P2$.

Folgende Winkeltabelle enthält eine Anzahl Messungen, welche auf bestimmte der eben erwähnten Pyramiden bezogen werden können.

	Zahl d. Mess.:	Grenzwerthe:	Mittel:	Berechnet:
$c:k = (0001):(2\bar{1}\bar{1}8)$	3	25° 48′ — 26° 7′	25° 55′	26° 11′
$c:n = \quad :(2\bar{1}\bar{1}6)$	6	33 54 — 34 46	34 26	33 50
$c:o = \quad :(2\bar{1}\bar{1}4)$	19	44 19 — 46 0	45 3	45 9
$c:r = (0001):(6\bar{3}\bar{3}8)$	3	55° 46′ — 56° 53′	56° 18′	56° 27′
$c:l = \quad :(6\bar{3}\bar{3}7)$	5	59 10 — 60 33	59 50	59 53
$c:p = \quad :(2\bar{1}\bar{1}2)$	22	63 12 — 63 46	63 30	63 33½
$c:x = \quad :(6\bar{3}\bar{3}4)$	6	71 17 — 72 30	71 51	71 39
$c:y = \quad :(2\bar{1}\bar{1}1)$	4	76 48 — 75 36	76 13	76 2
$c:z = \quad :(6\bar{3}\bar{3}2)$	7	79 17 — 80 39	80 4	80 35

Eine Durchsicht der Tabelle wird einen Begriff von der Häufigkeit und der Genauigkeit der Bestimmung der genannten Pyramiden geben.

Alle nicht in den beiden vorstehenden Winkeltabellen gegebenen Messungswerthe sind in der nachstehenden Tabelle in Gruppen geordnet, welche das Vorhandensein von vicinalen, den einfachen Formen sich nähernden Flächen, anzeigen.

Mittlerer Winkel zu (0001):	Grenzwerthe:	Anzahl der Beobacht.:	Nächstliegende einfache Form:
23° 0′	—	1	$\{2.\bar{1}.\bar{1}.10\}\frac{1}{5}P2$
35 44	35°30′—36° 0′	6	$n\{2\bar{1}\bar{1}6\}\frac{1}{3}P2$
43 40	43 15 — 44 0	5	$o\{2\bar{1}\bar{1}4\}\frac{1}{2}P2$
57 40	57 26 — 57 53	2	$r\{6\bar{3}\bar{3}8\}\frac{3}{4}P2$
61 37	60 47 — 62 41	4	$p\{2\bar{1}\bar{1}2\}P2$
73 2	73 0 — 73 5	2	$x\{6\bar{3}\bar{3}4\}\frac{3}{2}P2$
77 53	77 5 — 78 53	4	$y\{2\bar{1}\bar{1}1\}2P2$
88 15	—	1	$a\{2\bar{1}\bar{1}0\}\infty P2$

Irgend welche Andeutung einer hemiëdrischen Entwickelung der Pyramiden war in keiner der gemessenen Zonen zu beobachten.

Spaltbarkeit. Die Spaltbarkeit des Spangoliths ist eine sehr vollkommene parallel der Basis, eine Eigenschaft, welche das Studium des Minerals sehr erleichterte, da manche der in der zweiten und dritten Tabelle mitgetheilten Winkel an Spaltflächen erhalten wurden. Schief zur Basis ist der Bruch ein muschliger, und nur in einem einzigen Falle wurde eine deutliche Spaltbarkeit nach p wahrgenommen, der Winkel zur Basis betrug 63° 28′, berechnet 63° 33½′. Dünne Blättchen des Minerals sind unelastisch und brüchig.

Aetzfiguren. Aetzversuche mit Säuren lieferten Resultate, welche sehr viel zu einem einfachen Verständniss der Krystalle beitrugen, umsomehr, als das Mineral in verdünnten Mineralsäuren leicht löslich und die vollkommene Spaltbarkeit nach der Basis eine leichte Beschaffung von brauchbaren Platten ermöglichte. Die Aetzfiguren variiren sowohl mit der Natur, als mit der Concentration der Säure, zeigen aber stets eine entschieden rhomboëdrisch-hemiëdrische Symmetrie. Fig. 3 giebt den Charakter der durch verdünnte Schwefelsäure erhaltenen Aetzfiguren wieder. Dieselben sind äusserst vollkommen, von ungefähr 0,066 mm Durchmesser und haben die Form eines Skalenoëderschnittes. Einige zeigen in der Tiefe eine basische Begrenzung, während wieder andere spitz zulaufen mit oscillirenden Skalenoëdern, die eine feine Streifung bedingen, welche unter dem Mikroskope besonders schön bei einer leichten Verstellung des Focus sichtbar wird. Der stumpfe Winkel des skalenoëdrischen Schnittes wurde unter dem Mikroskope zu ungefähr 133° gemessen, aus welchem Werthe sich das

noëdrischen Querschnitte sehr scharf und frei von jeder Art Verzerrung waren, so dass die Winkel mit verhältnissmässig grosser Genauigkeit gemessen werden konnten.

Optische Eigenschaften. Die Farbe des Minerals ist im auffallenden Lichte dunkelgrün, im durchfallenden hellgrün. Herr Prof. H. L. Wells hatte die Güte, ein basisches Spaltblättchen von 0,4 mm Dicke spectroskopisch zu untersuchen. Bei sehr engem Spalte giebt das durch das Mineral hindurch gegangene Licht ein schmales Spectum mit einem Maximum des Lichtes im Grün bei ungefähr $\lambda = 525$. Eine vollständige Absorption findet statt für Roth und Gelb und reicht dieselbe deutlich bis zum Gelbgrün. Am anderen Ende des Spectrums war eine erkennbare Absorption des Blau und eine totale des Violet zu erkennen. Der Pleochroismus ist nicht sehr ausgesprochen; der ordinäre Strahl ist grün, der extraordinäre deutlich blaugrün. Basische Spaltungsblättchen zeigen vollkommen normale optische Eigenschaften; im convergenten polarisirten Lichte zeigen sie ein schwarzes Kreuz, umgeben von grünen und blauen Ringen. Die Doppelbrechung ist stark und negativ. Sehr schwierig gestaltete sich die Herstellung eines Prismas aus einem kleinen Krystalle, mit auf der vollkommenen basischen Spaltbarkeit senkrechten Kanten; es konnte schliesslich ein kleines erhalten werden mit einem brechenden Winkel von 37° 48′, welches zur Bestimmung der Brechungsindices diente. Das Prisma war undurchsichtig für rothes und gelbes Licht der Lithium- und Natriumflamme, sowie für grünes der Thalliumflamme. Mit einer gewöhnlichen Petroleumflamme wurden schmale grüne Spectra erhalten, mit einem Minimum der Abweichung von 26° 25′ für den extraordinären und 28° 46′ für den ordinären Strahl, im hellsten Theile des Spectrums gemessen, welchen wir durch die spectroskopische Untersuchung als bei ungefähr $\lambda = 525$ liegend erkannt haben. Für die beiden Brechungsindices ergiebt sich daraus $\omega = 1,694$, $\varepsilon = 1,641$.

Andere physikalische Eigenschaften. Die Härte des Minerals beträgt auf der Basis ungefähr 2, auf den Pyramidenflächen ungefähr 3. Das specifische Gewicht wurde sorgfältig an dem reinsten, zur Analyse ausgesuchten Materiale bestimmt. Nach dem Vertreiben der Luft durch Kochen mit Wasser ergaben drei gesonderte Proben von 0,2143, 0,1787 und 0,1538 g, die specifischen Gewichte 3,147, 3,133 und 3,142, im Mittel also 3,141.

Chemische Zusammensetzung. Durch Aufopferung von ungefähr der Hälfte der Krystalle des Handstückes wurden etwas mehr als 3 g ausnehmend reines Analysenmaterial beschafft. Da das Material etwas beschränkt war, so wurde eine Methode der Analyse angewendet, bei welcher nichts übersehen werden konnte und die qualitative und quantitative Untersuchung mit einer und derselben Probe durchgeführt wurde; die Resultate sind unten gegeben. Die Analyse IV wurde mit einer völlig verschie-

denen Probe erhalten, als jene, welche die Werthe in den drei ersten Columnen lieferte.

	I.	II.	III.	IV.	Mittel:	Verhältnisse:		Berechnet für $Cu_6AlClSO_{10}9H_2O$
SO_3	—	10,08	10,11	10,14	10,11	0,126	1,01	10,03
Cl	4,12	—	4,10	4,11	4,11	0,116	0,93	4,45
Al_2O_3	6,59	—	6,51	6,70	6,60	0,064	0,51	6,45
CuO	59,57	—	59,47	59,50	59,51	0,7495	6,00	59,75
H_2O	—	20,32	—	20,49	20,41	1,134	9,07	20,32
					100,74			101,00
				O, äquiv. Cl	0,92			1,00
					99,82			100,00

Die Analyse führt auf folgendes Verhältniss:

$$SO_3 : Cl : Al_2O_3 : CuO : H_2O = 1,01 : 0,93 : 0,51 : 6,00 : 9,07$$

oder nahezu 1 : 1 : 5 : 6 : 9, aus welchem sich die ziemlich complicirte und bemerkenswerthe Formel $Cu_6\,Al\,Cl\,SO_{10}$, $9H_2O$ berechnet. Es kann betreffs derselben kein Zweifel bestehen, denn nicht allein war das Material prachtvoll krystallisirt und ungewöhnlich rein, sondern auch die Analysen zweier verschiedener Proben stimmen innerhalb der Fehlergrenzen überein, und das Verhältniss ist durchaus sehr scharf, auch stimmt die berechnete Zusammensetzung sehr gut mit den Resultaten der Analyse. Die geringe Differenz im Chlorgehalte könnte von einer theilweisen Ersetzung durch OH herrühren, was in Wirklichkeit wieder den geringen Ueberschuss des Wassers verringern würde. Der Gang der Analyse war folgender: Eine gewogene Menge des Minerals verlor beim Stehen über Schwefelsäure langsam etwas Wasser, 0,30 % in 36 Stunden, das es aber grösstentheils beim Stehen an freier Luft wieder aufnahm. Bei einstündigem Erhitzen auf 100° C. betrug der Verlust 0,49 %, welcher indessen gleichfalls beim Stehen an der Luft wieder aufgenommen wurde. Alle Bestimmungen wurden mit lufttrockenem Pulver vorgenommen. Die Bestimmung des Wassers geschah durch Erhitzen des Minerals in einem Platinschiffchen im schwer schmelzbaren Glasrohre, an dessen einem Ende sich ein lockerer Pfropf von Natriumcarbonat befand, durch welchen die Wasserdämpfe gehen mussten, ehe sie in das gewogene Chlorcalciumrohr gelangten, hierbei destillirte viel Kupferchlorid von dem Minerale ab. In einigen Fällen wurde der Inhalt des Schiffchens in Salpetersäure gelöst, das Glasrohr sorgfältigst ausgespült und mit einer Portion eine vollständige Analyse gemacht. Zur Bestimmung des Chlors wurde eine eigene Portion in Salpetersäure gelöst und das Chlor mit Silbernitrat ausgefällt. Das gewogene Chlorsilber wurde weiter geprüft und frei von Brom und Jod befunden; im Wasserstoffstrome geglüht, lieferte es eine, genau der Zusammensetzung $AgCl$ entsprechende Silbermenge. Aus der Lösung wurde das überschüssige Silber mit Salzsäure entfernt und

die SO_3 mit $BaCl_2$ niedergeschlagen, wobei darauf geachtet wurde, dass ein Verlust an $BaSO_4$ durch das in der Lösung vorhandene Königswasser vermieden wurde. Nach Beseitigung des Ueberschusses an Baryum wurde die Lösung zur Vertreibung der Salpetersäure eingedampft, worauf das Kupfer durch Schwefelwasserstoff ausgefällt und nach dem Erhitzen im Wasserstoffstrome als Cu_2S gewogen wurde. Ein Theil des Kupferniederschlages wurde sorgfältigst auf das Vorhandensein anderer Metalle geprüft, jedoch nichts gefunden. Das Filtrat vom Kupfersulfid hinterliess nach dem Abdampfen und Glühen einen Rückstand, welcher aus Aluminiumsulfat bestand; dieser wurde in Säure gelöst, mit Ammoniak gefällt und als Al_2O_3 gewogen. Eine gewogene Menge des Oxyds wurde sorgfältigst auf Beryllium geprüft, aber nichts gefunden; nach Ueberführung in das Sulfat und Verdunsten mit der angemessenen Quantität K_2SO_4 wurden Krystalle von Alaun erhalten. Das Filtrat von der Thonerde hinterliess beim Eindampfen zur Trockne keinen wahrnehmbaren Rückstand, es war also Alles aus der Lösung entfernt.

Löthrohr- und chemisches Verhalten. Vor dem Löthrohre schmilzt das Mineral bei ungefähr 3 zu einer schwarzen, schlackigen Masse, unter Grünfärbung der Flamme. Mit Soda auf Kohle in der Reductionsflamme liefert es Kügelchen metallischen Kupfers. Im Glasrohre erhitzt giebt es reichlich Wasser von stark saurer Reaction. Unlöslich in Wasser, aber sehr leicht in verdünnten Säuren.

Es ist zur Zeit kein Mineral bekannt, welches eine ähnliche Zusammensetzung wie der Spangolith besässe; am nächsten steht ihm der sehr seltene Connellit von Cornwall (England), dessen chemische Zusammensetzung indessen niemals festgestellt worden ist, der aber nach Connell eine Verbindung von Kupfer mit Schwefelsäure und Salzsäure darstellt; die Krystallform und physikalischen Eigenschaften der beiden Mineralien sind indessen gänzlich verschieden. Bis jetzt sind diese beiden Mineralien, ferner Sulfohalit $3Na_2SO_4.2NaCl$, Caracolit $NaSO_4.Pb(OH)Cl$ und Kainit $MgSO_3.KCl.3H_2O$ die einzigen, an deren Zusammensetzung Sulfate und Chloride theilnehmen. Auch das Vorkommen einer kleinen Menge Thonerde in einem Kupferminerale ist, obgleich nicht unbekannt, gewiss sehr ungewöhnlich. Ferner ist gewiss sehr interessant, dass das Aluminium, in der Formel ein Atom, gerade genügt, um die Valenz der gesammten Säuren $(Al.Cl)SO_4$ zu sättigen, so dass 6 Moleküle basischen Kupferoxyds übrig bleiben.

Vielleicht gelingt es, das Mineral, nachdem nun die Aufmerksamkeit auf dasselbe gelenkt ist, in der Umgegend von Tombstone, Arizona, in Sammlungen oder an einem der dortigen Erzvorkommen wiederzufinden.

XXX. Ueber Connellit von Cornwall, England.

Von

S. L. Penfield in New Haven*).

Das in Rede stehende seltene cornische Mineral wurde zuerst im Jahre 1847 von Prof. Connell als eine neue Species beschrieben in einer Mittheilung gelegentlich der Versammlung der Brit. Assoc. for the Advanc. of Science**). Er erkannte dasselbe durch qualitative Prüfung als ein wasserhaltiges Sulfato-Chlorid von Kupfer. Den Namen Connellit erhielt das Mineral durch J. D. Dana in dessen III. Aufl. (1850) seiner Mineralogie; in der V. Aufl. giebt derselbe noch einen älteren Hinweis auf dieses Mineral aus dem Jahre 1802 von Rasleigh***), welcher das Mineral bezeichnet als ein »Kupfererz von azurblauer Farbe, bestehend aus Krystallnadeln« von Wheal Providence. Im Jahre 1863 gab Maskelyne†) eine Beschreibung der Krystalle, deren Form er als hexagonal, von dünnprismatischem Habitus, mit pyramidal-holoëdrischer Endigung feststellte. Wegen der geringen Grösse der Krystalle (kaum $\frac{1}{200}$ Zoll Durchmesser) waren directe Messungen unmöglich, doch gelang es ihm mittelst eines, mit dem Goniometer in Verbindung gebrachten Mikroskops die Neigung der Endflächen mit ziemlicher Genauigkeit zu ermitteln. Er stellte zwei Prismen, eine Pyramide der ersten Ordnung und eine dihexagonale Pyramide fest; von den beiden der Arbeit beigegebenen Figuren ist die eine in Dana's Mineralogie, V. Aufl., copirt, die andere stellt die einfache Combination eines Prismas zweiter Ordnung mit einer Pyramide erster Ordnung dar.

Das Mineral erlangt nun neben dem allgemeinen Interesse, welches ein so seltenes und schönes, in der Literatur schon so lange erwähntes und nur theilweise beschriebenes Mineral bietet, noch ein specielleres Interesse

---

*) Aus dem Juliheft 1890 des Amer. Journ. of Sc. vom Verf. mitgetheilt.

**) Report of the British Association for 1847.

***) Brit. Min. **2**, 13, Taf. 12 F. 1, 6.

†) Phil. Mag. (4), **25**, 39.

durch seine augenscheinliche nahe Beziehung zu dem im vorhergehenden Artikel beschriebenen Spangolith. Glücklicherweise besass Herr Professor Brush in seiner Sammlung ein Handstück dieses Minerals, mit der Etikette Camborne in Cornwall, das er von der Mineralien-Niederlage in Freiberg bezogen und mir gütigst zur Verfügung stellte. Das Handstück besteht hauptsächlich aus oktaëdrischem Cuprit, in dessen Hohlräumen der Connellit, meist in radialen Gruppen ausgeschieden wurde; ausserdem findet sich noch Malachit und Achat. Es hatte erst nicht den Anschein, als ob das Stück genügend Material zur Untersuchung liefern würde, bis sich durch Aufbrechen neue, mit Krystallen gefüllte Drusenräume fanden. Die wunderbare blaue Farbe des Minerals erlaubt, dasselbe sehr leicht von dem Cuprit zu unterscheiden und durch sehr sorgfältiges Auslesen konnten ungefähr 0,05 g Substanz erhalten werden, an welcher auch nicht die geringste Spur von Verunreinigung mit dem Mikroskope entdeckt werden konnte. Das specifische Gewicht zweier Stückchen ergab sich in einer Baryumquecksilberjodid-Lösung zu 3,364. Es war hiermit die Möglichkeit gegeben, durch Trennung mittelst schwerer Lösung aus dem abgebrochenen Materiale noch mehr Substanz zu gewinnen. Die Trennung bereitete indessen einige Schwierigkeiten, indem der Cuprit von der schweren Lösung etwas angegriffen wurde und der Malachit (wahrscheinlich durch Verunreinigung) im specifischen Gewichte etwas schwankte, so dass ein Theil desselben fast dasselbe specifische Gewicht wie der Connellit zeigte. Das Mineral wurde dadurch wohl von dem schwereren Cuprit und leichteren Achat getrennt, aber nicht so vom Malachit, von welchem es durch Auslesen mit der Hand getrennt werden musste. Das Pulver wurde wiederholt von einem Uhrglase auf ein anderes gestrichen und mittelst einer Linse in starkem Lichte untersucht, so dass jedes Stückchen Malachit, welches vielleicht dem Connellit noch anhaftete, gesehen und entfernt werden konnte. Diese wiederholte Untersuchung bürgte für die besondere Reinheit des zu untersuchenden Materiales, von welchem insgesammt 0,074 g gewonnen wurden. Das zur chemischen Analyse vorbereitete Material wurde zuvor krystallographisch untersucht. Der Habitus der Krystalle stimmt mit der allgemeinen Beschreibung von Maskelyne gut überein; die Mehrzahl sind dünnprismatisch, mit einer Pyramide der entgegengesetzten Stellung als Endfläche. Ihr Durchmesser erreicht selten mehr als 0,15 mm und sind die grösseren zu divergenten Gruppen verwachsen. Das Isoliren eines einfachen, mit Endflächen versehenen Krystalles, sowie dessen Justirung auf dem Goniometer war mit einigen Schwierigkeiten verknüpft. In drei Fällen wurde der Krystall so orientirt, dass der Winkel der Pyramide $p(10\bar{1}1):(01\bar{1}1)$ mit folgendem Ergebnisse gemessen werden konnte: 49° 26′, 49° 50′ und 49° 42′. Die Reflexe waren gut, aber selbstverständlich in Folge der geringen Grösse der Flächen äusserst schwach. Maskelyne giebt für den-

selben Winkel 47° 10′. Die Zone $[(2\bar{1}\bar{1}0)(01\bar{1}1)(\bar{2}110)]$ wurde ebenfalls justirt, in derselben die Pyramide auf dem Prisma zweiter Ordnung rechtwinklig befunden und endlich noch eine prismatische Zone gemessen, in welcher die Winkel sehr nahe 60° gefunden wurden.

Aus dem Mittel des Winkels $p : p = (10\bar{1}1):(01\bar{1}1) = 49° 39'$ berechnet sich die Länge der Hauptaxe c zu 1,3392, und ist dieser Werth jedenfalls aus genaueren Messungen erhalten, als jener von Maskelyne. Unter den vielen Krystallfragmenten, welche mikroskopisch untersucht wurden, zeigte die Mehrzahl die einfache Combination Prisma und Pyramide entgegengesetzter Stellung und nur einige wenige Prisma und Pyramide derselben Stellung; andere dünnere glichen in ihren Zuspitzungsflächen Aragonitkrystallen von Alston Moor, waren aber unmittelbar am Ende durch die gewöhnliche Pyramide begrenzt. In keinem Falle konnten solche Krystalle beobachtet werden, wie sie Maskelyne beschrieb, welche eine Combination der beiden Prismen oder eine dihexagonale Pyramide zeigen. Härte ungefähr 3, spec. Gew. wie oben angegeben 3,364. Die Krystalle sind durchsichtig und von prachtvoll dunkelblauer Farbe (das Pulver ist hellgrünblau), zeigen parallele Auslöschung und eine starke, positive Doppelbrechung, welche an dünnprismatischen Krystallen mit der Quarzplatte bestimmt wurde, keinen merklichen Pleochroismus, was mit Maskelyne's Angabe übereinstimmt. Eine deutliche Spaltbarkeit konnte nicht wahrgenommen werden.

Zur chemischen Analyse, auf welche die grösste Sorgfalt verwendet wurde, standen 0,0740 g Substanz zu Gebote, eine Menge, welche vielleicht als ungenügend erscheinen könnte. Doch hatte ich den Vortheil, durch die bei der Untersuchung des Spangolith gewonnenen Erfahrungen genügend vorbereitet zu sein, und ich bin sehr geneigt, da keinerlei seltene oder ungewöhnliche Bestandtheile zu bestimmen waren und die Analyse ohne jedweden Unfall verlief, grosses Zutrauen in die erhaltenen Resultate zu setzen. Ich erhielt:

		Verhältniss:			Spangolith:
SO_3	4,9	0,061	1,00		10,11
Cl	7,4	0,208	3,42		4,11
CuO	72,3	0,911	15,00		59,51
H_2O	16,8	0,931	15,34		20,41
Verl. bei 100°	0,4			Al_2O_3	6,60
	101,8				100,74
O äquiv. Cl	1,7			O äquiv. Cl	0,72
	100,1				99,82

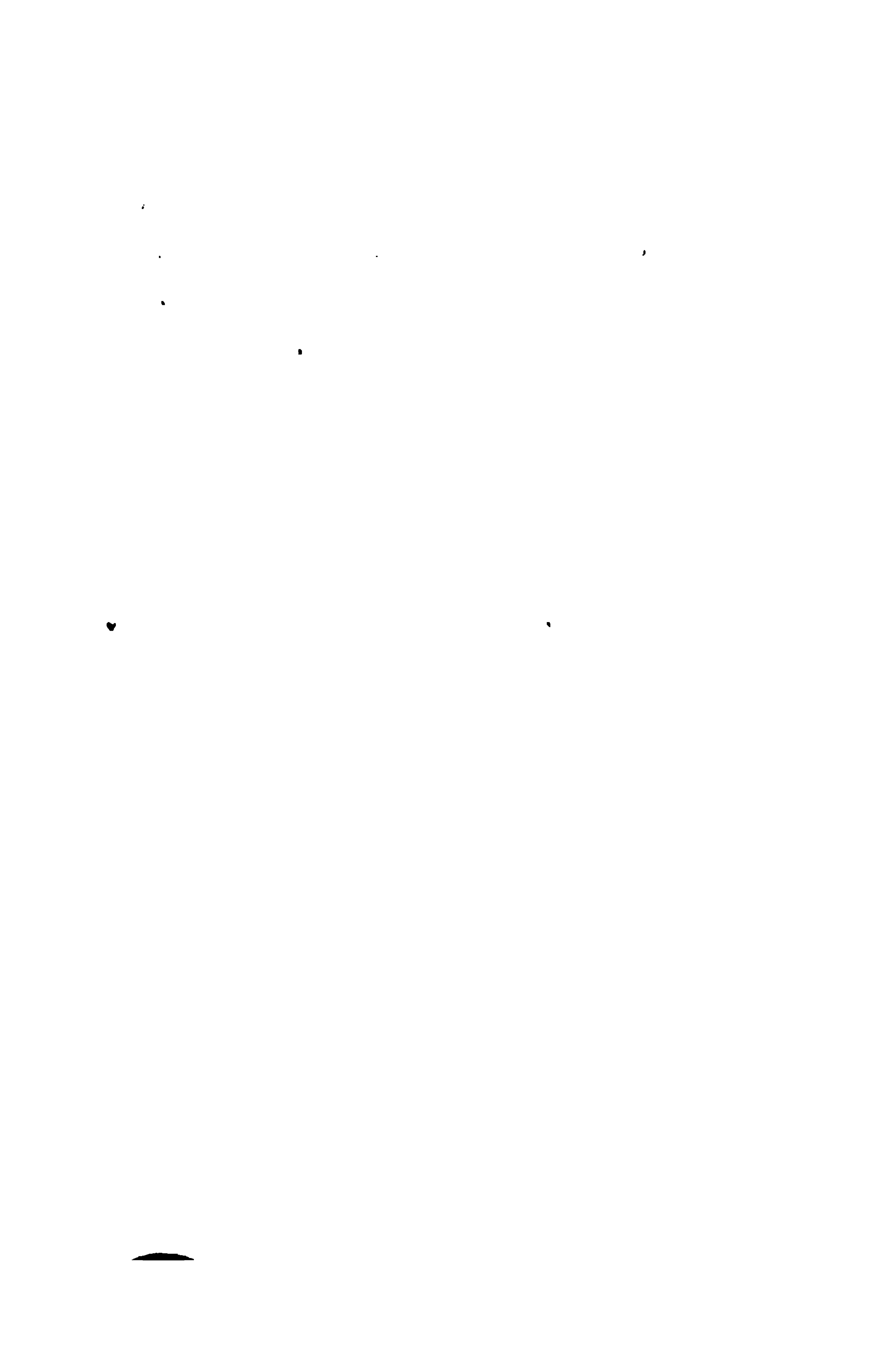
Ein befriedigendes Verhältniss scheint sich hieraus zu ergeben nur zwischen SO_3 und CuO, während das Wasser schon einen kleinen Ueberschuss zeigt. Macht man indessen die Annahme, dass eine gewisse Menge

OH für Cl eingetreten, und berechnet man die erforderliche Menge, um zu dem Chlor hinzugefügt, das Atomverhältniss dieses auf die nächste ganze Zahl zu bringen, so erhält die Analyse folgende Gestalt:

		Verhältniss:		
SO_3	4,9	0,061		1,00
Cl	7,4	0,208	0,243	4,00
OH	0,6	0,035		
CuO	72,3	0,911		15,00
H_2O	16,5	0,913		15,04
Verlust bei 100°	0,4			
	102,1			
O äquiv. Cl u. OH_1	2,0			
	100,1			

Bei dieser Deutung stimmen die Verhältnisse sehr gut überein und Angesichts der vielen Beispiele der wechselseitigen Vertretung von Cl und (OH) scheint dies die beste Annahme zur Erklärung der Analyse zu sein. Die Formel kann folgendermassen geschrieben werden: $Cu_{15}(Cl.OH)_4SO_{16}$, $15H_2O$. Es ist jedoch als wahrscheinlich anzunehmen, dass alles Cu, welches nicht zur Sättigung von Cl und SO_4 erfordert wird, mit (OH) verbunden ist. Die Zusammensetzung ist also bezüglich der Bestandtheile eine ähnliche, wie die des Spangoliths, dessen Analyse oben zum Vergleiche beigesetzt ist; beide Mineralien sind stark basische Sulfato-Chloride. Im Spangolith zeigte sich indessen das schärfste Atomverhältniss zwischen SO_3, Al_2O_3 und CuO, während sich Cl etwas zu wenig und Wasser etwas zu viel ergab. Es wurde bei der Besprechung der Analyse darauf hingewiesen, dass die Atomverhältnisse eine bessere Uebereinstimmung zeigen, wenn, wie im obigen Falle, ein kleiner Theil (OH) isomorph mit Cl angenommen wird.

Der Gang der Analyse war im Allgemeinen gleich dem bei der Analyse des Spangolith befolgten. Das lufttrockene Pulver verlor nur wenig an Gewicht beim Trocknen im Exsiccator über Schwefelsäure oder im Luftbade bei 100°. Zur Bestimmung des Wassers wurde das Mineral in ein Platinschiffchen eingewogen, mit getrocknetem Na_2CO_3 bedeckt und in einem Verbrennungsrohre erhitzt; das Wasser, welches in einer gewogenen Chlorcalciumröhre aufgefangen wurde, reagirte neutral. Vor Ausführung dieser Bestimmung mit der Substanz wurde ein Vorversuch ohne dieselbe gemacht, bei welchem das $CaCl_2$-Rohr um nur 0,0002 g zunahm, woraus entnommen werden konnte, dass mit dem getrockneten Na_2CO_3 sehr wohl rasch offen manipulirt werden kann, ohne dass dasselbe eine zu berücksichtigende Menge Feuchtigkeit aufnimmt. Die grösste Sorgfalt wurde auf die Bestimmung der SO_3 verwendet, und wurde die, den $BaSO_4$-Niederschlag ent-



XXXI. Kupferkieskrystalle aus den French Creek Eisengruben, St. Peter, Chester Co., Pa.

Von

S. L. Penfield in New Haven*).

(Mit 9 Textfiguren.)

Im Laufe des verflossenen Jahres wurden auf den French Creek Gruben einige sehr ungewöhnliche, interessante Kupferkieskrystalle aufgefunden, welche so abweichend von allen bis jetzt bekannt gewordenen sind, dass sie wohl eine besondere Beschreibung verdienen. Herr J. Matters, Obersteiger der Gruben, hat mich im Herbste 1889 auf dieses Vorkommen aufmerksam gemacht und mir gütigst eine Anzahl interessanter Krystalle dieses Minerales, sowie von Pyrit**), nebst einer Mittheilung über die Art ihres Vorkommens zur Verfügung gestellt. Weitere Krystalle hatten mir die Herren C. S. Bement und G. L. English von Philadelphia, Pa., in zuvorkommendster Weise überlassen, wofür ich den genannten Herren meinen besten Dank ausspreche.

Die oft über 1 cm grossen Krystalle sind ringsum ausgebildet und finden sich theils in Kalkspath, aus welchem sie nur schwer ohne Schaden zu leiden isolirt werden können, theils in einem feinfaserigen oder dichtschuppigen Materiale eingewachsen. Das feinfaserige Mineral ist unlöslich in Säuren, schmilzt wie die Hornblende und ist wahrscheinlich Byssolith; das feinschuppige Mineral dagegen ist löslich in Salzsäure, schmilzt bei ungefähr 3 zu einer schwarzen, magnetischen Kugel, enthält nur Spuren von Magnesia, giebt im Glasrohre reichlich Wasser und scheint darnach wahrscheinlich Thuringit zu sein. Diese beiden letztgenannten Mineralien bilden Ausfüllungen von Hohlräumen oder Drusen im Magneteisen und sind bisweilen ganz erfüllt mit Krystallen von Kupferkies und von Pyrit, während

*) Aus dem Septemberhefte 1890 d. Amer. Journ. of Sc. vom Verf. mitgetheilt.

**) Deren Beschreibung ich bereits mittheilte; s. das Ref. am Schlusse dieses Heftes.

andererseits wieder grosse Quantitäten des Materials keinen einzigen Krystall eingeschlossen enthalten. Die meisten Kupferkieskrystalle sind von der charakteristischen messinggelben Farbe, manche sind purpurn angelaufen und wieder andere mit einem schwarzen Oxyd überzogen. Die Krystallflächen sind stets gestreift parallel der Combinationskante des positiven und negativen Grundsphenoides, wodurch sie häufig eine gerundete oder selbst gewundene Form erhalten, so dass sie dann für genaue goniometrische Messungen untauglich werden.

Den einfachsten Krystalltypus bildet das Sphenoid $r\{332\}\frac{3}{2}P$, Fig. 1. Der Winkel $r:r = (332):(\bar{3}\bar{3}2)$ wurde zu 130° approx. gemessen, berechnet aus $c = 0,8956$ 128° 52'. Dasselbe Sphenoid r findet sich zuweilen auch in Combination mit einem Skalenoëder ω, Fig. 2. Mit dem Anlegegoniometer wurde die längere Polkante des Skalenoëders zu 25° gemessen, woraus sich berechnet, dass das Sphenoid $\{\bar{1}16\}-\frac{1}{6}P$ die Kanten abstumpfen würde, während die verticale Streifung auf den Flächen wahrscheinlich durch oscillatorische Combination mit dem Grundsphenoid $\{111\}$ hervorgebracht wird. Aus der Zonenverbindung ergiebt sich, dass $\{576\}\frac{7}{6}P\frac{7}{5}$ diesen

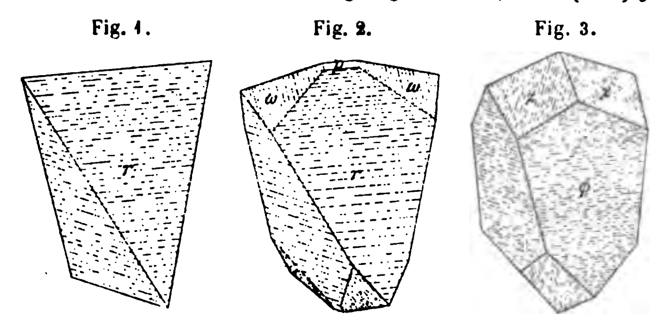


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

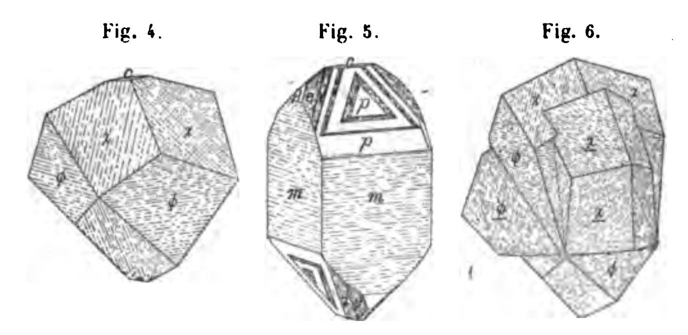
Bedingungen genügen würde; obwohl dies Symbol nicht sicher gestellt ist, giebt Fig. 2 doch den Habitus dieser Krystalle ziemlich getreu wieder.

Ein sehr gewöhnlicher Typus ist in Fig. 3 dargestellt. Das Sphenoid φ schwankt an den verschiedenen Krystallen beträchtlich; in einigen Fällen gleicht es fast einem verticalen Prisma; in anderen dagegen ist es fast so stark geneigt wie das Sphenoid $r\{332\}$. Es ist deshalb nicht ausgemacht, ob ein Prisma vorliegt, dessen Flächen durch oscillatorische Combination mit dem positiven Sphenoid anscheinend nach oben convergiren, oder nicht. Die Flächen sind, in Folge der Streifung, gewöhnlich etwas gerundet oder gewunden und zeigen mit dem Anlegegoniometer gemessen in den meisten Fällen einen Winkel von etwa $\varphi:\varphi = 155°$ über die Basis, welcher Werth ungefähr auf das Sphenoid $\{772\}\frac{7}{2}P$ führt, das auch der Figur zu Grunde gelegt ist. Das Skalenoëder χ ist ebenfalls stark gestreift, Messungen mit dem Anlegegoniometer ergaben für die längere und kürzere Polkante in einer Anzahl von Fällen Winkel von 40° und 90°, Werthe, welche sich der

Form $\{122\} P2$ nähern, deren Polkanten $38\frac{1}{2}^0$ und $92\frac{1}{2}^0$ messen würden; dieses Symbol liegt auch der Figur zu Grunde. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass die Flächen in Wirklichkeit Pyramiden zweiter Ordnung angehören, welche durch oscillatorische Combination mit dem positiven Grundsphenoid $\{111\}$ eine Verdrehung erfahren haben. Sehr oft ist auch die in den Figuren nicht gezeichnete Basis entwickelt. Eine kleine Modification des eben beschriebenen Typus zeigt Fig. 4, wo φ und χ ungefähr gleich gross entwickelt sind. Wenn die Basis auftritt, so ist sie stets gestreift und zwar parallel der Schnittkante mit dem negativen Sphenoid $\{1\bar{1}1\}$, wie in der Figur angedeutet. Bei fehlender Basis gleichen die Krystalle völlig dem regulären Deltoiddodekaëder $\varkappa\{122\}$ und ist kein merklicher Unterschied im Aussehen oder der Neigung der φ- und χ-Flächen vorhanden.

An einigen Krystallen sind das positive und das negative Sphenoid $p\{111\}$ und $p'\{1\bar{1}1\}$ gut entwickelt und geben scharfe Reflexe; doch treten

Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.



dieselben auch in oscillatorischer Combination mit anderen Flächen, eine Streifung verursachend, auf. In Fig. 5 sind diese Krystalle veranschaulicht, von denen eine Anzahl durchgemessen wurden, in der Hoffnung, bestimmte Symbole für die Sphenoëder und Skalenoëder aufzufinden. Bei der Messung von $p(\bar{1}\bar{1}1)$ über die Basis zu $p(111)$ ergaben sich keine distincten Reflexe, mit Ausnahme von p und c, und bei weiterer Drehung folgte unmittelbar ein ununterbrochenes Band von Reflexen, ohne irgendwelche Unterbrechung oder hervortretende Theile zwischen p und $m(110)$. Man kann daher wohl annehmen, dass die gestreiften Sphenoide φ Prismen entsprechen, welche sehr symmetrisch zugeschärft sind durch oscillatorische Combination mit dem positiven Grundsphenoid. Von $p(111)$ ausgehend folgt in der Zone $p(111)$ und $p'(1\bar{1}1)$ ein ununterbrochenes Band von Reflexen bis ungefähr 35^0, d. i. von (111) bis zu einer Pyramide zweiter Ordnung $e(101)$, nach welcher kein Reflex mehr erhalten wurde bis zu p'. Es ist also wahrscheinlich, dass kein bestimmtes Sphenoid in dieser Zone liegt und dass χ, welches zu $\{122\} P2$ genommen wurde, durch die oscillatorische Combination

von $e\{101\}$ und $p\{111\}$ hervorgebracht wird. Einige der genauesten Messungen zwischen p, p' und c ergaben:

	Zahl:	Grenzen:	Mittel:	Berechnet:
$p : c = (111):(001)$	5	54° 4'—54° 27'	54° 19'	54° 20'
$p : p' = (111):(1\bar{1}1)$	5	70 2 — 70 22	70 10	70 8

Zwillinge sind nicht selten, und ist die Zwillingsebene stets das Grundsphenoid. Zwei Krystalle, mit dem in Fig. 3 dargestellten Habitus, würden in symmetrischer Durchwachsung nach $(\bar{1}\bar{1}1)$ das Aussehen von Fig. 6 besitzen; in Wirklichkeit aber zeigen alle beobachteten Krystalle eine kleine Modification, indem die kürzere Polkante des einen Individuums eine Fortsetzung der längeren Polkante des anderen bildet, s. Fig. 7; Streifung und Bezeichnung sind dieselben wie in Fig. 3 und 4. Einen noch interessanteren

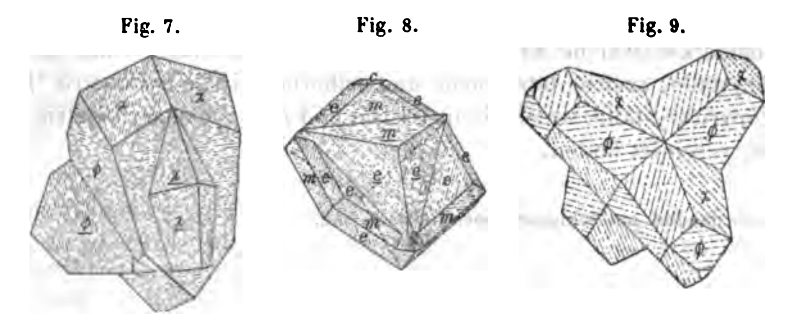


Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9.

Zwilling repräsentirt Fig. 8; der Hauptkrystall ist eine Combination des Grundprismas m mit einer Pyramide zweiter Ordnung e in gleicher Entwickelung. An der Vorderseite, im rechten oberen Oktanten, erscheinen drei Flächen des in den Hauptkrystall eindringenden Zwillingsindividuums, wie in Fig. 8 dargestellt, und beide Individuen zeigen ausserdem die Basis. Um den Krystall abzubilden, ist $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ zur Zwillingsfläche genommen worden. Auf der Rückseite zeigen die Krystalle keine Durchdringung und einzig drei Flächen, nämlich eine Prismenfläche und zwei Flächen einer Pyramide zweiter Ordnung in gleich grosser Entwickelung, welche parallel ihrem Durchschnitte mit dem Grundsphenoid gestreift sind und dadurch eine kleine Modification ihrer Winkel erfahren haben. Diese Zwillinge, welche ganz symmetrisch entwickelt sind, scheinen gar nicht selten zu sein. In der Richtung der Zwillingsaxe gesehen besitzen dieselben hexagonalen Umriss, bestehend aus einem kurzen, hexagonalen Prisma zweiter Ordnung am einen Ende in Combination mit einem einfachen Rhomboëder, am anderen mit zwei Rhomboëdern in Zwillingsstellung. Diese Anpassung eines tetragonalen hemiëdrischen Minerals an hexagonale Symmetrie ist gewiss sehr auffallend und erinnert an die Neigung des Kupfers, sich in derselben Weise zu entwickeln (diese Zeitschr. **12**, 569).

Fig. 9 zeigt einen in der Bement'schen Sammlung befindlichen Krystall von sehr auffallendem Habitus. Er ist gestreift, gerundet und oxydirt, so dass einzig der allgemeine Habitus erhalten ist, welcher auf den ersten Blick an einen complicirten Vierling erinnert. Es ist indessen eine Zwillingsbildung nicht zu entdecken und es scheint, dass dieses merkwürdige Gebilde nur eine Verzerrung und Verlängerung der in Fig. 4 dargestellten Combination in der Richtung der oktaëdrischen Axen darstellt. Der Einfachheit halber wurde die Figur mit isometrischen Axen und dem Parameterverhältniss $a : a : 2a$ gezeichnet. Bei weniger symmetrischer Entwickelung ergiebt diese Ausbildung die merkwürdigsten Formen.

Pyrit und Kupferkies sind an dem Vorkommen innigst mit einander vergesellschaftet. Einige der letzteren sind theilweise überzogen mit einer dünnen Schicht von Pyritkrystallen, doch konnte keinerlei gesetzmässige Verwachsung der beiden Mineralien wahrgenommen werden. Es ist gewiss eine bemerkenswerthe Erscheinung, dass sich an dieser einen Localität Pyritkrystalle, welche tetragonale und orthorhombische Symmetrie*), und Chalkopyritkrystalle, welche isometrische und hexagonale Symmetrie nachahmen, vereinigt finden.

---

*) S. das Ref. am Schlusse dieses Heftes S. 542.

XXXII. Auszüge.

1. A. Des Cloizeaux (in Paris): **Optische Eigenschaften des Haidingerit** (Bull. soc. fr. min. 1888, **11**, 195). Durch eine Spaltungslamelle || (010) tritt die zweite negative Mittellinie aus, schwache Dispersion, $\varrho > v$; Axenebene (100). Da somit die Verticalaxe erste Mittellinie und die Doppelbrechung positiv ist, so muss der von Haidinger gemessene Brechungsexponent 1,67 der grösste (γ) sein.

Ref.: P. Groth.

2. A. Gorgeu (in Paris): **Umwandlung von Manganit in Pyrolusit** (Bull. soc. chim. Par. 1888, **49**, 753. — Bull. soc. fr. min. **11**, 196). Wenn Manganit bei 270⁰—300⁰ an der Luft erhitzt wird, so verliert er zuerst das Wasser und oxydirt sich allmählich vollständig zu MnO_2 (fein gepulvert in ca. 7 Stunden, Krystalle je nach ihrer Grösse in 50—130 Stunden). Die Krystalle nehmen hierbei alle Eigenschaften des natürlichen pseudomorphen Pyrolusit an unter Erhaltung der Form des Manganit, wie die von Herrn Mallard daran ausgeführten Messungen lehrten, stellen also Pseudomorphosen dar, welche den bekannten natürlichen vollkommen gleichen.

Diese leichte Umwandlung in Mangandioxyd, welche mit Braunit, Hausmannit, Psilomelan und Manganspath nicht oder nur unvollständig gelingt, könnte auch im Grossen angewendet werden, um ein besseres Material zur Chlorgewinnung aus Manganit herzustellen.

Ref.: P. Groth.

3. A. Ben Saude (in Lissabon): **Ueber den Azorit von S. Miguel** (Bull. soc. fr. min. **11**, 201). Das Mineral findet sich in den Drusen eines grobkrystallinischen, nur in losen Blöcken vorkommenden Sanidinit aufgewachsen auf Feldspath und Hornblende. Krystallform und optische Eigenschaften diejenigen des Zirkon (s. diese Zeitschr. **14**, 497); farblos, grünlich oder gelblich, selten trübe. Die Resultate des Verfs. bestätigen daher diejenigen von Hubbard und Osann.

Ref.: P. Groth.

4. Graf von Limur (in Vannes, Morbihan): **Ueber pseudomorphen Rutil** (Ebenda, 208). Der Verf. fand in Gesteinen, welche angeblich aus dem Ural, wahrscheinlich aber aus Norwegen stammen, Rutil pseudomorph nach Hornblende

und nach Feldspath, welche letztere Pseudomorphose besonderes Interesse im Vergleiche mit der bekannten von Zinnerz nach Orthoklas haben würde, wenn die Deutung des Verfs. sich bestätigt.

Ref.: P. Groth.

5. E. Jannettaz (in Paris): **Analyse des Pharmakolith von Markirch im Elsass** (Bull. soc. fr. min. **11**, 212). Weisse Fasern mit theils paralleler, theils 10° schiefer Auslöschung. Spec. Gew. 2,535. Nach Abzug von 0,35 Fe_2O_3 und 0,70 SiO_2 ergab sich:

		Ber. $AsO_4CaH.2\frac{1}{2}H_2O$
As_2O_5	51,05	51,11
P_2O_5	0,30	—
CaO	24,54	24,88
MgO	0,50	—
H_2O	24,00	24,00
	100,39	

Ref.: P. Groth.

6. L. Bourgeois (in Paris): **Ueber künstlichen Hydrocerussit und über die Zusammensetzung dieses Minerals und des Bleiweiss** (Bull. soc. chim. Paris 1888, **50**, 83; Bull. soc. fr. min. **11**, 221). Der Verf. erhielt bereits früher (s. diese Zeitschr. **18**, 426) neben Cerussit einen Körper, welcher Hydrocerussit zu sein schien. Um letzteren allein zu gewinnen, muss man basisch essigsaures Blei anwenden. Man löst das neutrale Salz, fügt beim Sieden wenigstens $\frac{1}{2}$ Mol. Bleiglätte hinzu, bringt in die abgekühlte Lösung 1 Mol. Harnstoff und filtrirt. Die Flüssigkeit, im zugeschmolzenen Rohre einige Stunden lang auf 130° erhitzt, liefert eine reichliche Krystallisation perlmutterglänzender Tafeln. Dieselben gleichen dem Tridymit, sind hexagonal, einaxig mit schwacher negativer Doppelbrechung, haben spec. Gew. 6,14 und verlieren bei 400° H_2O und CO_2 unter Erhaltung der Form. Ihre Zusammensetzung entspricht nach mehreren genügend übereinstimmenden Analysen der vollkommen homogenen Substanz der Formel:

$$[CO_3]_2 Pb [Pb.OH]_2 .$$

Ihre Constitution ist also analog derjenigen der Kupferlasur, und da der bisher noch nicht quantitativ analysirte natürliche Hydrocerussit dieselben physikalischen Eigenschaften hat, so ist unzweifelhaft durch obige Formel auch dessen Zusammensetzung ausgedrückt. Dieselbe entspricht aber auch der Zusammensetzung gewisser Sorten von Bleiweiss, während andere neutrales Carbonat sind oder in der Zusammensetzung zwischen beiden liegen.

Mikroskopisch zeigen die nach dem holländischen Verfahren dargestellten Präparate nur kleine, unbestimmbare Körnchen, das sogenannte »Silberweiss« (durch Fällen von neutralem essigsaurem Blei mit Soda erhalten), fast nur Prismen und Pyramiden von Cerussit, während das Bleiweiss, welches nach dem fast ganz verlassenen Verfahren von Clichy dargestellt wurde, grösstentheils aus hexagonalen Täfelchen besteht, welche mit den beschriebenen identisch sind; den Rest bilden stärker doppeltbrechende Nädelchen von Cerussit. Dasselbe Gemenge erhält man in der That leicht, wenn man einen Strom von Kohlensäure durch eine siedende Lösung von basisch essigsaurem Blei leitet (ist die Lösung *kalt, so entstehen* nur unbestimmbare Sphärolithen). Die gleichen hexagonalen

Täfelchen entstehen ferner beim Fällen verdünnter bleisaurer Natronlösung mit Kohlensäure und endlich bilden sie einen Theil des Ueberzuges, mit welchem sich metallisches Blei in Berührung mit lufthaltigem destillirten Wasser bedeckt.

Ref.: P. Groth.

7. J. Morel (in Lyon): **Bildung doppeltbrechender Krystalle von Bleisalpeter** (Bull. soc. fr. min. **11**, 230). Der Verf. liess reine und aufs Sorgfältigste neutralisirte Lösungen von verschiedener Concentration, theils warm, theils kalt, theils bei constanter Temperatur (18°—21°), theils bei wechselnder bis — 4° herab, mit langsamer oder rascher Abkühlung zur Krystallisation gelangen und erhielt stets einfach brechende Krystalle, je nach der Schnelligkeit der Bildung mehr oder weniger durchsichtig. Nur wenige, bei niederer Temperatur erhaltene Krystalle zeigten Spuren optischer Wirkung.

Wurde freie Salpetersäure in verschiedenem Verhältnisse hinzugesetzt, so bildeten sich bei rascher Abkühlung meist inactive Krystalle, bei langsamer Verdunstung durchsichtigere und doppeltbrechende. In den sauersten Lösungen, deren Säuregehalt beim Verdunsten noch zunimmt, wurden jedoch die Krystalle einfach brechend.

Basische Lösungen liefern mehr oder weniger trübe, doppeltbrechende und zusammengehäufte Krystalle.

Ferner liess der Verf. bei constanter Temperatur verdunsten Lösungen mit einer Spur Salpetersäure und unter Zusatz (10 % vom Gewichte des Bleisalpeters) folgender Salze: Salpetersaures Ammonium, Natrium, Kalium, Eisenoxyd, Kupferoxyd, Bleichlorid, -sulfat und -acetat. Es wurden Krystalle erhalten genau von der Beschaffenheit, als wenn kein fremdes Salz, sondern nur jene Spur Salpetersäure vorhanden gewesen wäre. Nur die in Gegenwart von salzsaurem und von essigsaurem Blei gebildeten Krystalle blieben absolut inactiv. Die gleichen Resultate bei variabler Temperatur. Indessen werden die neben Chlorblei ausgeschiedenen Krystalle activ, wenn man die Menge der freien Säure vermehrt, die aus Lösungen mit essigsaurem Blei nicht. Setzte man den Lösungen grosse Quantitäten Natron- oder Ammoniaksalpeter zu, so lieferten sie meistens inactive oder schwach doppeltbrechende Krystalle; bei Anwesenheit von viel Kaliumnitrat dagegen wurden selbst bei rascher Abkühlung stark doppeltbrechende Krystalle erhalten.

Stark doppeltbrechend, mit lebhaften Farben selbst bei geringem Grade der Durchsichtigkeit, waren unter allen Umständen die aus Lösungen mit Zusatz der isomorphen Salze $(NO_3)_2Ba$ und $(NO_3)_2Sr$ erhaltenen Krystalle. Die Mischungen zeigten geringere Löslichkeit. Zum Vergleiche stellte der Verf. auch Mischungen von Kalium- und Ammoniumalaun, sowie von je zwei Chlor- oder Brom-Alkalien her und fand alle erhaltenen Krystalle mit starker Doppelbrechung begabt, welche auch bei beträchtlicher Temperaturerhöhung erhalten blieb.

Die Resultate der Krystallisationen des Baryumnitrates sind sehr veränderlich durch kleine Schwankungen der Temperatur. Indessen konnte festgestellt werden, dass das Salz aus ammoniakalischen Lösungen und solchen mit vielem Ammoniak- oder Natronsalpeter nur in inactiven oder schwach doppeltbrechenden Krystallen sich ausscheidet, während Zusatz von Kalisalpeter auch bei rascher Krystallisation starke Doppelbrechung hervorruft.

Das isomorphe Strontiumsalz ist inactiv in basischen Lösungen, activ in solchen mit Natrium- oder Kaliumnitrat, aber nicht in dem mit Ammoniumsalpeter.

Ref.: P. G

8. P. G. Charpentier (in Paris): **Modification des Wollaston'schen Goniometers** (Bull. soc. fr. min. 1888, **11**, 261). Um kleine Krystalle sicher centriren und justiren zu können, ersetzt der Verf. die gewöhnliche Vorrichtung durch eine solche mit zwei zu einander senkrecht wirkenden Mikrometerschrauben und erhielt mit einem solchen Goniometer, verbunden mit dem Mallard-schen Collimator, gute Resultate.

Ref.: P. Groth.

9. L. J. Igelström (in Sunnemo, Schweden): **Baryumhaltige Feldspäthe von Sjögrufvan** (Ebenda, 263). Auf der bekannten Grube im Bezirke Oerebro fanden sich zwei Feldspathvarietäten:

I. Rothe, derbe Massen mit gelbem Granat, Hämatit, Hausmannit, Rhodonit, Quarz und weissem Barytfeldspath.

II. Weisse, durchscheinende, blätterige Aggregate, begleitet von Rhodonit und Calcit.

	I.	O	II.	O
SiO_2	61,90	33,01	54,15	28,27
Al_2O_3	15,80	7,39	29,60	13,85
FeO, MnO	5,00	1,11	—	—
BaO	9,58	1,01	1,26	0,13
MgO	1,30	0,52	1,52	0,60
CaO	0,40	0,14	1,00	0,29
K_2O, Na_2O	6,02	1,02	12,47	2,12
	100,00		100,00	

Ref.: P. Groth.

10. F. Gonnard (in Lyon): **Neues Vorkommen von Dumortierit** (Ebenda, 264). Das Mineral wurde vom Verf. bei Brignais (Rhône-Dep.) gefunden in einem Pegmatit mit grossen schwarzen Turmalinkrystallen, Almandin und Chlorophyllit, welcher noch Reste von Cordierit enthält. Das letztere Mineral scheint überhaupt in seinem Vorkommen mit grosser Constanz an die einfachen Aluminiumsilicate Sillimanit und Dumortierit gebunden zu sein.

Ref.: P. Groth.

11. Derselbe: Ueber die Quarzgänge von Charbonnières-les-Varennes (Puy-de-Dôme) (Compt. rend. 1888, **107**, 667. Bull. soc. fr. min. **11**, 265). Die zahlreichen Quarzgänge der genannten Gegend enthalten an einer Stelle, bei Douriaux, auf Klüften kleine Tafeln von Kupferuranit, begleitet von Rhomboëdern von Eisenspath, in Limonit umgewandelt. Ausserdem sind sie reich an Pseudomorphosen, deren interessanteste die Form grosser, verzerrter Rhomboëder zeigen, welche jedenfalls der Primärform des Calcits entsprechen. Mit $\varkappa\{10\bar{1}1\}$ combinirt, erscheinen $\varkappa\{40\bar{4}1\}$ (gem. $(40\bar{4}1):(10\bar{1}1) = 26\frac{1}{2}^0$) und kleine, rauhe Flächen eines nicht bestimmbaren negativen Rhomboëders. Die beiden herrschenden Formen sind gestreift nach ihrer horizontalen Diagonale und parallel den Seitenkanten. Die Pseudomorphosen sind von Quarz umhüllt; in Folge der Zwischenlagerung einer sehr dünnen Schicht eisenhaltigen Thones lassen sie sich leicht aus ihrer Umhüllung lösen; daher offenbar nach Wegführung des Kalkspathes und vor Absatz der den Hohlraum ausfüllenden Quarzmasse ein

wenig in den Lösungen suspendirter Thon sich auf den Wänden der Hohlräume niedergeschlagen hat. Ferner finden sich Abdrücke von Skalenoëdern und Umhüllungspseudomorphosen nach solchen, welche aus zahlreichen kleinen, anscheinend senkrecht gegen die Skalenoëderflächen gerichteten Quarzkryställchen bestehen.

Die Drusen schwarzen Quarzes, welche im Inneren mancher der Gänge erscheinen, zeigen die Krystalle, von denen nur die Pyramidenflächen frei ausgebildet sind, zusammengesetzt aus zahlreichen Schichten, welche dem periodischen Absatze von Bitumen ihre Entstehung verdanken; durch Erhitzen kann man dieses leicht entfernen und erhält dann künstlichen Kappenquarz.

Ref.: P. Groth.

12. Derselbe: Natürliche Aetzfiguren auf den Barytkrystallen vom Puy-de-Dôme (Compt. rend. 1888, **107**, 407; Bull. soc. fr. min. **11**, 269). Die am meisten in den Sammlungen verbreiteten Barytkrystalle aus der Auvergne stammen von folgenden Fundorten: 1) Saint-Saturnin bei Saint-Amand-Tallende: mehr oder weniger dunkelgelb gefärbte Krystalle der Comb. {001} {102} {011}, bis 6 kg schwer; 2) Champeix: braun, rauchig, Comb. {110} {001} mit opaken, weissen Schichten, ferner eine Reihe Domenflächen von {101} {102} {104} etc. und untergeordnet {011} und {100}; 3) Four-la-Brouque bei Buron: Comb. {102} {011}, kaum abgestumpft durch {001}. Nur die Krystalle des letzteren Vorkommens zeigen gute natürliche Aetzfiguren und zwar besonders auf {011}; es sind höchstens 2 mm grosse, gerundete, gleichschenklige Dreiecke, deren Basis der Kante (010) (011) parallel ist und deren Spitze nach der Kante (011)(010) zu gerichtet ist, so dass sie symmetrisch nach (100) sind. Ausserdem kommen noch viel schärfere Aetzfiguren vor, welche nach derselben Richtung und nach der dazu senkrechten symmetrisch sind und eine anscheinend pyramidale Gestalt haben. Seltener als auf {011} erscheinen Aetzfiguren auf {102} und zwar ebenfalls gleichschenklige Dreiecke von oben erwähnter Symmetrie, aber umgekehrt gestellt, meist spitzwinkliger und flacher. Anscheinend disymmetrische Figuren beobachtete der Verf. auch an Krystallen von Coudes.

Ref.: P. Groth.

13. Derselbe: Ueber den Beryll aus dem Puy-de-Dôme (Bull. soc. fr. min. **11**, 274). Wie Verf. schon früher mittheilte (s. diese Zeitschr. **9**, 591 Anmerk.), kommen im Pegmatit von Saint-Amand-Tallende Apatitkrystalle vor, während früher von dort Beryll angegeben wurde. Durch Untersuchung der Originale für diese Angabe überzeugte sich der Verf., dass die grünlichen, bis 10 mm langen Prismen ebenfalls Apatit seien, so dass sich die älteren Angaben von Beryllvorkommen in der Auvergne unzweifelhaft alle auf Apatit beziehen.

Ref.: P. Groth.

14. G. Wyrouboff (in Paris): **Krystallform des Cadmiumsulfates mit 1 Mol. Wasser** (Ebenda, 275). Man erhält Krystalle dieses Hydrates, deren spec. Gew. 3,786, wenn man eine Lösung mit der doppelten Menge freier Schwefelsäure bei 30°—40° verdunsten lässt oder mit noch grösserem Säureüberschuss bei gewöhnlicher Temperatur im Vacuum. Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,5488 : 1 : 1,718; \quad \beta = 89^{\circ} 47'$$

Combination {110} {$\bar{1}$22}*), untergeordnet {001} {100}; flächenreichere, besonders bei niedriger Temperatur entstehende Krystalle zeigen noch {122}*) und {012}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(100):(001) =	*90° 13′	—
(110):(1$\bar{1}$0) =	57 35	57° 32′
(012):(001) =	40 39	40 19
(012):(110) =	71 30	71 36
(012):(100) =	—	89 43
(122):(1$\bar{2}$2) =	*85 28	—
(122):(001) =	*66 36	—
($\bar{1}$22):($\bar{1}\bar{2}$2) =	85 24	85 38
($\bar{1}$22):(001) =	66 50	66 51

Optische Axenebene (010), erste Mittellinie bildet 75° mit der Axe *c* im stumpfen Winkel β. $2H_a = 65° 30'$, $\varrho > v$, starke geneigte Dispersion. Doppelbrechung —.

Ref.: P. Groth.

15. Baret (in Nantes): **Gyps von Batz (Loire-Inférieure)** (Compt. rend. 1888, **107**, 295). In dem lockeren Lehm und Sand, welche den Grund der brackischen Moorwässer jener Gegend bilden, finden sich zahlreich Gypskrystalle, zusammen mit Eisenocker, daher wohl durch Einwirkung vitriolescirenden Pyrits auf kohlensauren Kalk (Muschelschalen und dergl.) entstanden. Die bis 3—4 cm grossen Krystalle sind linsenförmig, randlich begrenzt von {110} und {010} und bilden oft Zwillinge. Zuweilen sind dieselben zu Gruppen von 8—10 kg Gewicht zusammengehäuft.

Ref.: P. Groth.

16. L. J. Igelström (in Sunnemo, Schweden): **Långbanit von Sjögrufvan** (Ebenda, 297). Der von Flink (s. diese Zeitschr. **18**, 1) entdeckte Långbanit scheint auch in der Sjö-Grube vorzukommen, denn der Verf. fand dort, ebenfalls in blätterigem Rhodonit, einige kleine, unvollkommene Krystalle, welche das gleiche Löthrohrverhalten und dieselbe Farbe hatten, jedoch rothbraun durchsichtig waren.

Ref.: P. Groth.

17. F. Pisani (in Paris): **Mineralogische Notizen** (Ebenda, 298).

Melanophlogit. 2 mm grosse, rauhflächige Würfelchen, durch verdünnte Salzsäure und Schwefelkohlenstoff von anhängenden Kalk und Schwefel befreit, wurden mit kohlensaurem Natron aufgeschlossen und darin gefunden:

SiO_2	91,12
SO_3	5,30
Fe_2O_3, Al_2O_3	0,43
Glühverlust	1,52
	98,37

*) Die Zeichen dieser beiden Formen sind im Original versehentlich {$\bar{1}$21} und {121} angegeben. D. Ref.

	Beobachtet:	Berechnet:
(100):(001) =	*69° 15′	—
(100):(010) =	*81 40	—
(001):(010) =	*92 27	—
(001):($\bar{1}$01) =	*27 58	—
(010):($\bar{1}$10) =	*29 54	—
(001):(1$\bar{1}$0) =	77 17	77° 22′

Durch (100) eine Axe sichtbar nach links oben.

Aethylamin-Aluminiumsulfat, $(SO_4)_2 Al . NH_3(C_2H_5) + 10H_2O$.

Asymmetrisch.

$$a : b : c = 0,9865 : ? : 1.$$
$$\alpha = 84^0 18', \quad \beta = 114^0 16', \quad \gamma = 93^0 0'.$$

Die Krystalle, welche mit den vorigen einige Aehnlichkeit des Axenverhältnisses $a : c$ (= 0,9331 bei der Dimethylverbindung) zeigen, sind prismatisch nach der b-Axe; beobachtete Formen: {100}, {001}, {010}, {$\bar{1}$01}, {$\bar{1}$02}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(100):(001) =	*65° 53′	—
(100):(010) =	*89 17	—
(001):(010) =	*94 54	—
(100):(10$\bar{1}$) =	*56 37	—
(100):(10$\bar{2}$) =	83 52	83° 58′
(010):(10$\bar{1}$) =	84 45	84 51

Spaltbar nach (100). Durch dieselbe Fläche eine optische Axe nach rechts oben austretend.

Diäthylammonium-Aluminiumsulfat, $(SO_4)_2 Al . NH_2(C_2H_5)_2 + 8H_2O$.

Grosse, nur mit dem Anlegegoniometer messbare, asymmetrische Krystalle.

$$a : b : c = 1,097 : 1 : 0,948.$$
$$\alpha = 58^0 5', \quad \beta = 105^0 9', \quad \gamma = 109^0 40'.$$

Rhomboëderähnliche Formen: {100} vollkommen spaltbar und herrschend, {010} unvollkommen spaltbar, {001}; zuweilen noch untergeordnet {$\bar{1}$11}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(100):(001) =	*84°	—
(100):(010) =	*76	—
(001):(010) =	*119	—
(001):($\bar{1}$11) =	*64½	—
($\bar{1}$00):($\bar{1}$11) =	*65	—
(010):($\bar{1}$11) =	70	73° 18′

Optische Axenebene senkrecht zur Verticalaxe, erste Mittellinie ⊥ (100). $2E = 140^0$.

Tetraäthylammonium-Aluminiumsulfat,
$(SO_4)_2Al.N(C_2H_5)_4 + 6H_2O$.

Monosymmetrisch.

$a:b:c = 3{,}4654 : 1 : 1{,}7640; \quad \beta = 99^0 2'$.

Grosse, durchsichtige, sechsseitige Tafeln {100}, darnach spaltbar, mit den Randflächen {011}, {001}, {$\bar{1}$01}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(100):(001) =	*80° 58′	—
(100):(10$\bar{1}$) =	*70 23	—
(011):(01$\bar{1}$) =	*59 41	—
(100):(011) =	85 20 — 86° 0′	85° 31′
(011):($\bar{1}$01) =	64 1	64 6

Optische Axenebene ⊥(010); erste Mittellinie fast normal zu (100), $2E = 33^0 30'$.

Die zuletzt beschriebenen Krystalle verändern sich nicht an der Luft, daher ihre Zusammensetzung genau festgestellt werden konnte, während bei den übrigen der Wassergehalt wegen ihrer leichten Veränderlichkeit einigermassen unsicher ist.

Ref.: P. Groth.

21. L. Duparc (in Genf): **Krystallformen einiger organischer Verbindungen** (Arch. sc. phys. nat. 1888 (3), **20**, 410).

Methylacetanilid, $C_6H_5.N(CH_3)(COCH_3)$. Dargestellt von A. Pictet.

Rhombisch.

$a:b:c = 2{,}530 : 1 : 2{,}149$.

Combination {110} {101} mit vorherrschendem {100}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(100):(110) =	*68° 26′	—
(100):(101) =	*49 39	—
(101):(110) =	76 7	76° 14′

Acetyldiphenylamin, $N(C_6H_5)_2.COCH_3$. Dargestellt von Demselben.

Rhombisch.

$a:b:c = 1{,}277 : 1 : 2{,}7917$.

Sehr durchsichtige, farblose Krystalle, vorherrschend {110}, am Ende {001}, untergeordnet {010} und {101}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(110):(010) =	*38° 4′	—
(101):(001) =	*65 55	—
(110):(101) =	55 47	55° 44′

Propylacetanilid, $C_6H_5N(COCH_3)(CH_2-CH_2-CH_3)$.

Dargestellt von A. Pictet. Monosymmetrisch.

$a:b:c = 1{,}3264 : 1 : ?; \quad \beta = 101^0 56'$.

Tafeln nach {100}, begrenzt von {110} und {001}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(100):(110)	= *52° 23′	—
(100):(001)	= *78 4	—
(110):(001)	= 82 37	82° 45′

Naphtalsäureäthyläther, $C_{10}H_6(COOC_2H_5)_2$.

Dargestellt von E. Veillon. Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1{,}0574 : 1 : 3{,}0768$; $\beta = 90°$.

Gelbe, durchsichtige Tafeln nach {001} mit den Randflächen {111}, ı geordnet {100}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(001):(100)	= *90° 0′	—
(001):(111)	= 76 40	76° 43′
(100):(111)	= *48 2	—
(111):(1̄11̄)	= *90 0	—

Methylphtalimidin, $C_6H_4 <$ $\begin{matrix} C == N - CH_3 \\ CH_2 - O. \end{matrix}$

Dargestellt von A. Pictet. Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1{,}0758 : 1 : ?$; $\beta = 114° 40′$.

Opake, weisse Tafeln {001} mit {110}.

	Berechnet:	Beobachtet:
(001):(110)	= *72° 38′	—
(110):(1̄10)	= *91 19	—

Chinolinjodallylat, $C_9H_7N.C_3H_6.J$.

Dargestellt von Demselben. Monosymmetrisch.

$a : b : c = 2{,}2653 : 1 : ?$; $\beta = 114° 37′$.

Gelbe, rhomboëderähnliche Combinationen {001} {110}.

(001):(110) = 79° 31′ beob.
(110):(1̄10) = 51 48 -

Dichlorphtalsäureäthyläther, $C_6H_2Cl_2(COO.C_2H_5)_2$.

Dargestellt von A. Le Royer durch Einwirkung von Natriumalkohol Dichlorphtalylchlorür. Monosymmetrisch.

$a : b : c = 0{,}7784 : 1 : 1{,}0291$; $\beta = 96° 5′$.

Farblose Krystalle von zweierlei Habitus, entweder kurzprismatisch, { nit {011}, selten und klein {1̄01}; oder tafelförmig nach {1̄01}, begrenz {011} und selten und sehr schmal daneben noch {110}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(110):(11̄0)	= *73° 26′	—
(011):(011̄)	= 88 50	88° 46′



$(SO_4)_2\,GaRb.12H_2O$: in grösseren Krystallen weniger durchsichtig.

$(SO_4)_2\,GaCs.12H_2O$: die wegen der Schwerlöslichkeit sich langsam bildenden Krystalle sind Combinationen von $\{111\}$ mit $\pi\{201\}$; spec. Gew. 2,113.

$(SO_4)_2\,GaTl.12H_2O$: schlecht ausgebildete Krystalle, welche sich jedoch gut poliren lassen. Spec. Gew. 2,477.

Die beiden letzten Salze ergaben im Mittel folgende Werthe der Brechungsindices:

	Gallium-Cäsium-Alaun:	Gallium-Thallium-Alaun:
a	1,46047	1,50112
B	1,46116	1,50228
C	1,46243	1,50349
D	1,46495	1,50665
E	1,46785	1,51057
b	1,46841	1,51131
F	1,47034	1,51387
G	1,47481	1,52007

Stellt man für die *D*-Linie die Brechungsexponenten sämmtlicher vom Verf. untersuchten Alaune zusammen, so ergiebt sich folgende Tabelle:

	NH_4	K	Rb	Cs	Tl
Al	1,4594	1,4564	1,4566	1,4586	1,4975
In	1,4664	—	1,4638	1,4652	—
Ga	1,4683	1,4653	1,4658	1,4649	1,5066
Cr	1,4842	1,4814	1,4815	1,4810	1,5228
Fe	1,4848	1,4817	1,4823	1,4838	1,5236

Nimmt man die Differenzen mit dem Ammoniumsalz, so erhält man:

	$NH_4 - K$	$NH_4 - Rb$	$NH_4 - Cs$	$NH_4 - Tl$
Al	0,0030	0,0028	0,0008	—0,0381
In	—	0,0026	0,0012	—
Ga	0,0030	0,0025	0,0034	—0,0383
Cr	0,0028	0,0027	0,0032	—0,0386
Fe	0,0031	0,0025	0,0010	—0,0388

Die Differenzen zwischen den correspondirenden Alaunen sind demnach in den fünf Reihen wesentlich die gleichen. Auffallend sind nur die Differenzen bei den Cäsium-Alaunen, welche jedoch nicht durch Beobachtungsfehler bewirkt sein können, da auf Reinheit der Substanzen grösste Sorgfalt verwendet wurde und verschiedene Krystallisationen constant übereinstimmende Werthe ergaben.

Ref.: P. Groth.

23. L. Duparc (in Genf): **Pisolith von Constantine** (Arch. sc. phys. nat. Gen. 1888 (3), **20**, 537). Die heissen Quellen von Hamman Meskoutine bei Guelma in Constantine haben grosse Massen von Kalktuff abgesetzt, und die hauptsächlichste derselben befördert sehr merkwürdige Pisolithen an die Oberfläche. Diese bestehen im Inneren aus einem Stücke Kalktuff, von dessen Grösse diejenige der Pisolithen abhängt, umgeben von emailleartigem dichtem kohlensaurem Kalk in feinen concentrischen Schichten, endlich aus einer äusserst dünnen Hülle von Schwefeleisen, theils schwarzem unmetallischem, theils gelbem metall-

glänzendem Pyrit. Aus der äusserst geringen Dicke dieser letzten Schicht scheint hervorzugehen, dass dieselbe während der sehr kurzen Zeit des Aufsteigens der Pisolithe an die Oberfläche entstanden ist.

Ref.: P. Groth.

24. J. Morel (in Lyon): **Krystallform des Eisensulfür** (Bull. d. trav. de l'Univ. d. Lyon 1888, 284). Der Verf. reducirte Antimonsulfür mit Eisenfeile bei Rothgluth und erhielt eine dünne Kruste kleiner, schwarzer, metallglänzender, regulärer Oktaëder von FeS.

Ref.: P. Groth.

25. C. Klement (in Brüssel): **Analysen belgischer Mineralien** (Bull. d. Musée Roy. d'hist. nat. de Belg. Brux. 1888, **5**, 159).

Apatit aus den Phosphoritlagern von Ciply; in Calcit eingewachsene, blass grünlichgelbe, durchsichtige Krystalle, 2—12 mm lang, $\{10\bar{1}0\}$ $\{10\bar{1}1\}$, untergeordnet $\{11\bar{2}0\}$. Spec. Gew. 3,226.

P_2O_5	43,49
F	1,31
Cl	0,57
SiO_2	Spur
CaO	54,49
MgO	0,42
Al_2O_3	1,46
Fe_2O_3	0,33
	102,07
O entspr. F u. Cl	0,68
	101,39

Chlorit von Vielsalm, dünne Blättchen, aus Quarzgängen stammend. Spec. Gew. 2,835.

	a	b	c	Mittel:	Molek.-Verh.:
SiO_2	27,14	27,11	—	27,13	0,452
Al_2O_3	24,82	24,58	—	24,70	0,240
Fe_2O_3	5,78	5,89	—	5,84	0,037
FeO	—	—	9,72	9,72	0,135
MnO	1,98	—	—	1,98	0,028
MgO	20,51	20,52	—	20,52	0,513
H_2O	11,13	11,57	—	11,35	0,631
				101,24	

Chromhaltiger Glimmer von Salm-Château: grüne oder weisse, dem Pyrophyllit ähnliche, blättrige Lagen auf Gangquarz; die Blättchen sind nicht elastisch, gemengt mit Quarzkörnchen, welche nicht ganz entfernt werden konnten, und wahrscheinlich auch mit einem Pyrophyllit- oder Talk-ähnlichen Mineral. Spec. Gew. 2,819. Die Analyse ergab: 45,68 SiO_2, 34,17 Al_2O_3, 0,84 Cr_2O_3, 2,35 Fe_2O_3, 0,27 CaO, 3,84 MgO, 4,47 K_2O, 2,23 Na_2O, Spur Li_2O, 4,65 H_2O. Summe 98,50.

Andesin aus dem Porphyroid von Mairus in den französ. Ardennen: grünlichgraue Krystalle $\{001\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{\bar{2}01\}$, Zwillinge nach $\{010\}$ und

oft auch nach dem Karlsbader Gesetze. Spec. Gew. 2,681. Von den folgenden drei Analysen bezieht sich *c* auf eine stark kaolinisirte Substanz.

	a	*b*	*c*
SiO_2	60,39	59,61	59,78
Al_2O_3	22,42	24,69	26,69
Fe_2O_3	2,24	1,01	2,05
CaO	5,39	4,20	1,35
MgO	0,15	0,20	0,58
Na_2O	7,73	7,51	7,29
K_2O	0,52	1,23	1,69
H_2O	1,24	1,62	2,25
	100,08	100,07	101,68

Die mit dem reinsten Material angestellte Analyse *a* führt auf das Verhältniss 2,73 Mol. Albit zu 1 Mol. Anorthit.

Die übrigen Analysen beziehen sich auf Gesteine.

Ref.: P. Groth.

26. G. Cesàro (in Lüttich): **Ueber die Inversen der Härtecurven** (Ann. d. l. Soc. géol. d. Belg. 1888, Mém. **15**, 204). Trägt man auf die in einer Krystallfläche gelegenen Richtungen Längen auf, welche umgekehrt proportional dem zum Ritzen erforderlichen Gewichte sind, so erhält man die Inversen der Härtecurven. Der Verf. führt dies für die regulären Krystalle aus unter Zugrundelegung der Exner'schen Beobachtungen und findet folgende einfache Figuren:

Steinsalz: auf der Würfelfläche ein diagonales Quadrat (der in zwei Fällen erhaltene Rhombus beruht auf Anomalien in den Beobachtungen); auf {110} ein Rhombus von 120°, dessen kurze Diagonale mit der langen der Dodekaëderfläche coincidirt; endlich auf dem Oktaëder ein reguläres Sechseck mit drei kurzen und drei langen Seiten, welche letztere den drei Winkeln der Oktaëderfläche zugekehrt sind.

Sylvin: auf {100} wie Steinsalz.

Flussspath: auf den Würfelflächen ein den Seiten jenes paralleles Quadrat: auf {111} dieselbe Figur, wie auf {111} des Steinsalzes, aber um 60° gedreht.

Zinkblende: auf {110} ein reguläres Sechseck, dessen eine Seite parallel der kurzen Diagonale.

Alaun: auf {111} angenähert ein regelmässiges Sechseck.

Nach diesen Resultaten liegt somit auf {100} der untersuchten regulären Krystalle die inverse Härtecurve diagonal zu den Tracen der Spaltungsebene, auf {111} derselben parallel.

Ausserdem wird dasselbe Verfahren auf den Kalkspath angewandt und werden hierbei die Versuche von Grailich und Pekarek benutzt. Es ergeben sich auf dem gleichseitigen Dreiecke der Basis als Inverse der Härtecurve drei Kreisbögen, welche in den Ecken des gleichseitigen Dreieckes zusammentreffen und deren Centrum je in dem gegenüberliegenden Eckpunkte liegt. Auf dem Spaltungsrhomboëder besteht die Inverse aus zwei, auf der horizontalen Diagonale an zwei rechts und links von der Mitte gleichweit entfernten Punkten (die horizontale Diagonale ist bekanntlich die einzige Richtung dieser Ebene, deren Härte in beiderlei Sinne gleich ist) zusammenstossenden elliptischen Bögen, deren oberer,

dem Pol zugekehrter die Halbaxen 1,219 und 0,665 hat und dessen Centrum auf der kurzen Diagonale 0,177 abwärts vom Mittelpunkte der ganzen Figur liegt, während die untere Ellipse die Halbaxen 0,659 und 0,330 und ihr Centrum fast im Mittelpunkte hat.

Ref.: P. Groth.

27. G. Cesàro (in Lüttich): **Löslichkeit und optische Elasticität des Kalkspathes** (Ebenda, 219). Der Verf. vergleicht ausführlich die Untersuchungen von Boguski (Ber. d. d. chem. Ges. 1876) und Spring (s. diese Zeitschr. **18**, 329) über die Löslichkeit des Marmors und des isländischen Doppelspath. Er findet die von Letzterem ausgesprochene Thatsache, dass die Lösungsgeschwindigkeiten von Flächen senkrecht und parallel zur Axe sich verhalten, wie die Brechungsexponenten des ordinären und extraordinären Strahles, auch für die intermediären Flächen des Spaltungsrhomboëders annähernd bestätigt, daher es scheint, als ob die Lösungsgeschwindigkeit sich mit der Richtung in ähnlicher Weise ändere, wie die optische Elasticität.

Ref.: P. Groth.

28. J. Gränzer (in Wien): **Krystallographische Untersuchung des Epidots aus dem Habach und dem Krimler Achenthale** (Tschermak's min.-petr. Mitth. 1888, **9**, 361). Der Epidot findet sich im Habachthale zusammen mit Magnetit und Diopsid auf einem derben Gemenge von Epidot und lichtgrünem Augit mit stellenweise gehäuften Granatkörnern. Das Vorkommen hat grosse Aehnlichkeit mit dem von Brugnatelli*) aus dem oberen Hollersbachthale beschriebenen. Die Krystalle sind durchsichtig bis durchscheinend; $\mathfrak{a}$ = gelb, $\mathfrak{c}$ = grün. Auslöschungsschiefe 29° zu M. Beobachtet wurden gewöhnlich: $P = \{010\}$, $M = \{001\}$, $T = \{100\}$, $\omega = \{\bar{1}04\}$, $\sigma = \{\bar{1}03\}$, $i = \{\bar{1}02\}$, $r = \{\bar{1}01\}$, $l = \{\bar{2}01\}$, $e = \{101\}$, $h = \{201\}$, $n = \{\bar{1}11\}$, $b = \{\bar{2}33\}$, $o = \{011\}$, $k = \{012\}$, $z = \{\bar{1}10\}$, $q = \{\bar{2}21\}$; seltener auch: $s = \{\bar{2}03\}$, $d = \{111\}$, $\delta = \{\bar{1}41\}$, $\varphi = \{\bar{1}21\}$, $\varepsilon = \{113\}$, $g = \{301\}$, vereinzelt: $y = \{\bar{2}11\}$, $c = \{\bar{3}11\}$, $N = \{\bar{3}04\}$ und $\{213\}$. Die Krystalle zeigen dreierlei Ausbildung, welche mit Hülfe der von Brugnatelli*) gegebenen Fig. 2 leicht veranschaulicht werden können. Der erste Typus ist etwas mehr dicktafelig nach T, während beim zweiten b, beim dritten o und z fast gleichwerthig mit n werden.

Im Krimler Achenthale tritt neben dem Epidot der Diopsid sehr zurück, während ein Hedenbergit-ähnlicher Pyroxen neben Albit und faseriger Hornblende hauptsächlicher Begleiter wird. Die Krystalle sitzen auf einem Hornblendeschiefer, sind durchsichtig, $\mathfrak{a}$ = gelb, $\mathfrak{b}$ = gelbbraun, $\mathfrak{c}$ = zeisiggrün, Dispersion $\varrho > v$, Auslöschungsschiefe zu $M = 28° 15'$. Ausser den von Zimanyi**) am gleichen Vorkommen beobachteten Flächen fanden sich noch $\{\bar{4}11\}$ $\{\bar{5}11\}$ und $\{213\}$; $\{\bar{5}11\}$, bis jetzt am Epidot noch nicht beobachtet, wurde aus vier Messungen des Winkels zu T, 19° 30' — 19° 47' (berechnet 19° 30'), bestimmt. Ausserdem waren in dieser Zone noch Reflexe zu erkennen, welche zwischen 10° 41' und 14° 12' schwankten und auf $\{\bar{7}11\}$ resp. $\{\bar{8}11\}$ hinzuweisen scheinen.

Die Flächen der Krystalle sind meist glänzend, nur $\{113\}$ an dem Habachthaler Vorkommen meist matt durch viele beistrichähnliche Vertiefungen; $\{012\}$

*) Diese Zeitschr. **17**, 532 und Taf. VI.
) Ref. d. Zeitschr. **17, 518.

ist am Krimler Vorkommen mit vielen parallel der Kante (001):(012) gestreckten Hügelchen bedeckt; $\{\bar{2}01\}$ endlich besitzt monosymmetrische Vertiefungen, welche von $\{100\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{\bar{2}11\}$ gebildet sind, wahrscheinlich Folge von skelettartigem Aufbau.

Durch Aetzung mit Flusssäure entstanden monosymmetrische Aetzfiguren, welche auf *T* viereckig, auf *r* dreieckig, auf *i* gestreckt sechseckig und auf *M* trapezoidal sind. Auch eine verschiedene Angreifbarkeit der Flächen konnte constatirt werden.

Ref.: E. Weinschenk.

29. A. Frenzel (in Freiberg): **Mineralogisches** (Tschermak's min.-petr. Mitth. 1888, 9, 395 und 421).

E. A. Wülfing (in Heidelberg): **Nachtrag zu obiger Abhandlung** (Ebenda, 401). 10. Hohmannit. Dieses neue Mineral findet sich nördlich der Sierra Gorda bei Caracoles im Copiapit in breitblättrigen bis radialstengligen Partien eingewachsen. Es ist kastanienbraun, in dünnen Blättchen durchscheinend, wandelt sich aber äusserst leicht in eine ockergelbe Masse um. Strich ockergelb, unlöslich in Wasser, leicht löslich in HCl. Krystallsystem asymmetrisch; Spaltbarkeit nach Makro- und Brachypinakoid vollkommen, nach der Basis undeutlich. Die Messung ergab annähernd:

$$(100):(010) = 61^{\circ}18'$$
$$(100):(001) = 87\ \ 39$$
$$(010):(001) = 89\ \ 28$$

Die Auslöschungsschiefe beträgt auf (010) etwa 18°, auf (100) etwa 13°; Pleochroismus kräftig, braungelb zu messinggelb; Axenwinkel in Luft etwa 66°, Dispersion $\varrho < v$; negativ.

11. Amarantit. Dieses mit dem vorigen zusammenvorkommende, ebenfalls neue Mineral ist orangeroth und bildet mikroskopische, breitsäulenförmige Krystalle, begrenzt durch (010) und (100) ohne deutliche Endflächen. Strich gelb, spec. Gew. = 2,11; verwittert schwer, bleibt selbst bei 40°—50° noch unverändert, löst sich leicht in HCl, nicht in Wasser. Krystallsystem: Asymmetrisch, zwei Flächen der Prismenzone schliessen etwa 82° ein. Spaltet nach zwei Richtungen; im einen Falle Auslöschungsschiefe 40°, sowie Austritt der spitzen Bisectrix und einer Axe, auf der anderen Fläche 20°—21° Auslöschungsschiefe. Die chemischen Analysen ergaben:

	I.	II.	III.
Fe_2O_3	40,05	35,58	37,26
SO_3	30,88	33,84	35,58
H_2O	29,63	30,08	27,62

I. unreiner, II. reinerer Hohmannit, III. Amarantit; II. und III. führen beide annähernd zu der gleichen Formel $Fe_2O_3\ 2SO_3 + 7H_2O$, indess müssen noch nähere Untersuchungen abgewartet werden, bevor sich die Identität der beiden neuen Mineralien feststellen lässt.

12. Neue Vorkommnisse von Ehrenfriedersdorf. Davon sind zu erwähnen: Achroit (wasserheller Turmalin), aufgewachsene Krystalle von gewöhnlicher Combination. Anatas, $\{111\}$ und $\{111\}$ $\{001\}$, für Zinnerzgänge neu, *mit Apatit*, Fluorit und Chlorit. Anglesit, derbe grünlichweisse Partien. Apatit

violet, neues schönes Vorkommen vom Greifenstein. Baryt {100}, {210}, {001}, wasserhell, selten, auf Gilbertit. Fluorit röthlich-bläulichweiss, dunkelviolblauschwarz, {110} allein und mit {100} und {*hll*}.

Ref.: E. Weinschenk.

30. Fr. Katzer (in Prag): **Mineralien von neuen Fundorten in Böhmen** (Ebenda **9**, 404).

Bornit von Wodĕrad findet sich in Adern im Urschiefer und Perm. Spec. Gew. 4,91. Die chemische Analyse ergiebt, dass ein Gemenge vorliegt, da sie nicht zur Formel des krystallisirten Bornit führt.

Rutil von Sobĕslau. Im Schwemmland in Körnern und Krystallen bis Eigrösse, meist gerundet. Knieförmige Zwillinge und Drillinge. Beobachtete Combinationen: {110}, {100}, {111}. — {101}, {210}, {111}, {101}. Kirschroth, doch kaum durchscheinend. Spec. Gew. = 4,35.

Orthoklas von Babisch. Das Verwitterungsproduct eines grobkörnigen Granits liefert schöne Krystalle, häufig in Karlsbader Zwillingen. Gewöhnlich treten nur auf die Formen: {100}, {010}, {001}, {10$\bar{1}$}, seltener daneben {021}, {20$\bar{1}$} und {130}, letztere Fläche besonders rauh. Man unterscheidet fleischfarbige, welche leicht, und fahlfarbige, welche schwer verwittern; die erstere Varietät hat spec. Gew. = 2,56 und enthält keinen Kalk; die letztere spec. Gew. = 2,524, diese hat die Zusammensetzung: SiO_2 63,86, Al_2O_3 19,42, CaO 0,48, K_2O 12,89, Na_2O 2,06, Glühverlust 0,68. Summe: 99,39.

Turmalin von folgenden neuen Fundorten:

a) Straschin. Im feldspathreichen Contactgranit finden sich schwarze Turmalinsäulchen von langprismatischem Habitus und bis 1 cm Länge; sie sind oft gebogen oder gebrochen und wieder verkittet. Ausser den Prismen treten selten $\varkappa$(10$\bar{1}$1) und $\varkappa$(02$\bar{2}$1) auf. Das spec. Gew. = 3,1. Vor dem Löthrohre bläht er sich auf und schmilzt schwer; Borsäurereaction nicht deutlich.

b) Michnowitz. Im gleichen Contactgranit finden sich hier feinstenglige Aggregate aus kaum 1 cm langen Nadeln von bläulichschwarzer Farbe, welche sich auch zu büschelförmigen, seidenglänzenden Aggregaten verbinden. Schwillt vor dem Löthrohre auf und schmilzt leicht; Borsäurereaction erkennbar.

c) Sobĕslau. Der Granit der Umgegend ist meist und namentlich am Contact mit Gneis, Turmalin führend. Letzterer ist theils schwarz, theils dunkelgrünlich und bläulich. Bestimmt wurden: (10$\bar{1}$0), (11$\bar{2}$0), $\varkappa$(10$\bar{1}$1), $\varkappa$(02$\bar{2}$1). Er schmilzt vor dem Löthrohre ohne Aufblähen. Borsäurereaction deutlich.

d) Kuhrau. Im grobkörnigen Granit findet sich Turmalin, neben massenhaftem Kaliglimmer, Orthoklas und Quarz; die Krystalle sind gut entwickelt, bis 10 cm lang, bis 2 cm breit, oft zerbrochen und verschoben. Dieselben zeigen die gewöhnlichen prismatischen Formen und ein Rhomboëder. Die Krystalle verwittern innerlich leichter als aussen. Schmilzt vor dem Löthrohre schwer, ohne sich aufzublähen; Borsäurereaction nur noch kenntlich.

Ref.: E. Weinschenk.

31. C. Ochsenius (in Marburg): **Ueber die Natronsalpeterlager der chilenischen Provinz Atacama** (Jahrb. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1888, **40**, 153).

Zur Erklärung der Entstehung der Natronsalpeterlager, welche sich in Mulde

überdeckt von 2—3 m mächtigem Gesteinsdetritus, an der Küste von Tarapaca und Atacama finden und eine Mächtigkeit von 1—1,5 m erreichen, nimmt Verf. an, dass sich dieselben aus den faulenden Resten von Guano, zusammen mit Natriumcarbonat gebildet haben. Die leichteren Theile des Guano werden durch Weststürme von den der Küste vorgelagerten Guanoinseln gegen das Land getragen, wo sie sich allenthalben in wenig mächtigen Lagen vorfinden, während die schwereren Partien, die Calciumphosphate etc., am ursprünglichen Platze bleiben. Daraus erklärt sich, weshalb die südlich von Arica gelegenen Inseln, welche eben unter jenen Weststürmen zu leiden haben, sehr phosphatreichen (bis 60,85 % $Ca_3(PO_4)_2$) Guano führen, während auf den nördlich davon gelegenen Inseln, wo nur flaue Winde wehen, gewöhnlicher Ammoniak-reicher Guano vorkommt. Die Entstehung des Natriumcarbonats dürfte auf CO_2-Exhalationen zurückzuführen sein, welche auf die von den grossen Steinsalzlagern der Anden abgeflossenen Mutterlaugen — es finden sich alle Mutterlaugensalze zusammen mit dem Salpeter — eingewirkt haben. Ein geringer Phosphorsäuregehalt, den alle Proben zeigen, sowie das Vorkommen von Guanoresten in den Salpeterlagern, sprechen für diese Annahme.

Ref.: E. Weinschenk.

32. **G. Klemm** (in Leipzig): **Mineralien aus dem Pyroxensyenit von Gröba bei Riesa in Sachsen** (Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1888, **40**, 184). Der Pyroxensyenit von Gröba besteht in seiner Hauptmasse aus porphyrischen Einsprenglingen von Orthoklas in einer Grundmasse von Plagioklas, Augit, Biotit und untergeordnetem Quarz und Hypersthen, daneben Apatit, Pyrit, Magnetit, Rutil, Zirkon und Titanit. Das Gestein ist von $\frac{1}{2}$ m breiten, feinkörnigen Schlieren durchsetzt, in welchen der Augit meist durch Hornblende vertreten ist. Auch schmale pegmatitische Gänge sind nicht selten, welche ausser obigen Mineralien noch Kupferkies und bohnenförmigen Orthit führen. Auf Klüften, wo das Gestein stark angegriffen erscheint, finden sich Neubildungen: Strahliger Desmin, meist auf Calcit aufsitzend, radialfasriger Aragonit und Chlorit, seltener Prehnit und Stilbit, Quarz und Chalcedon.

Ref.: E. Weinschenk.

33. **Das isländische Doppelspathvorkommen** (Ebenda, 191. — Zeitschr. f. Instrumentenk. 1888, 63). Auf eine Eingabe der deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik an das Reichskanzleramt hin wurden amtliche Erhebungen über die Aussichten des isländischen Doppelspathbergbaues angestellt, deren Ergebniss folgendes war: Bisher bildete die einzige Bezugsquelle die Grube Helgustadafjall am Eskefjord an der Ostküste von Island, welche Eigenthum der dänischen Regierung ist; sie wurde zweimal — 1882 und 1886 — ausgebeutet, hauptsächlich um ein vortheilhafteres Betriebsverfahren für spätere Gewinnungsarbeiten vorzubereiten. Der Doppelspath findet sich nach Helland in einem netzförmig verzweigten Gange von gewöhnlichem Kalkspath eingesprengt in sehr unregelmässiger Vertheilung. Er dürfte nach Ansicht des k. dänischen Ministeriums keineswegs erschöpft sein. Thoroddsen hat übrigens auch im nordwestlichen Theile von Island bei Djupidalr am Breitifjord einen neuen Fundort von Doppelspath entdeckt, der ebenso beschaffen sein soll, wie der von Helgustadir, doch ist über seine Ergiebigkeit bisher nichts bekannt. Jedenfalls findet die Befürchtung, das isländische Doppelspathvorkommen dürfte binnen Kurzem erschöpft sein, hierdurch keine Bestätigung.

Ref.: E. Weinschenk.

84. Preussner (in Berlin): **Ueber ein merkwürdiges Schwefelvorkommen in Louisiana** (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1888, **40**, 194). 1869 wurde in Louisiana, 228 Meilen von New Orleans, 1 Meile von der Southern-Pacific-Bahn und 8 Meilen von Calcasien-River, beim Bohren nach Petroleum ein ausserordentlich mächtiges Schwefellager entdeckt, dessen Ergiebigkeit auf 3 000 000 tons geschätzt wird.

Ref.: E. Weinschenk.

85. J. Lemberg (in Dorpat): **Zur mikroskopischen Untersuchung von Calcit, Dolomit und Predazzit** (Ebenda, 357). Bekanntlich wird Thonerdehydrat aus Aluminiumsalzlösungen durch Calcit in der Kälte rasch und vollständig gefällt, während Dolomit sehr viel langsamer wirkt. Fällt aber Thonerdehydrat in Gegenwart eines Farbstoffes, so imbibirt es diesen und bildet damit einen in Wasser unlöslichen Lack.

Man bereitet sich eine Lösung aus 4 Th. trockenem $AlCl_3$, 60 Th. aq und 6 Th. Blauholz (letzteres wechselnd je nach dem Farbstoffgehalte), kocht sie unter Ersatz des Wassers etwa 25 Minuten und filtrirt. Gröblich pulverisirter Doppelspath oder carrarischer Marmor erschien nach 5—10 Minuten langer Einwirkung dieser Lösung violett gefärbt, während durchsichtiger Dolomit von Traversella nach 10 Minuten unverändert war und erst nach 20 Minuten blassblaue, spärliche Flecken zeigte. Calcitkörnchen führender Dolomit aus dem Fichtelgebirge wurde zu Sand zerdrückt und 5—10 Minuten behandelt, die Calcitkörnchen waren violett gefärbt, der Dolomit unverändert. Wurde dieser Sand zuerst mit kalter, verdünnter HCl behandelt, bis die CO_2-Entwicklung aufhörte und dann der ausgewaschene Rest mit der Lösung 10 Minuten lang behandelt, so zeigte sich fast keine Veränderung. Man kann auch den Process unterbrechen, mit Wasser abspülen und wieder von Neuem einwirken lassen, doch ist es nicht gut, die Färbung des Calcit weiter zu treiben, als zur Erkennung nöthig ist, da sich die dickere Thonerdeschicht leichter ablöst. Die Lösung ist zur Unterscheidung von Calcit und Dolomit im Dünnschliffe und zu Trockenpräparaten zu verwenden, wenn man das Präparat rasch durch Aufblasen von Luft trocknet und mit ätherischem Canadabalsam deckt. Auch zur Unterscheidung von Brucit, der sich nicht merklich färbt, und Calcit ist die Lösung verwendbar.

Ref.: E. Weinschenk.

86. R. Scheibe (in Berlin): **Turmalin in Kupfererz aus Lüderitzland** (Ebenda, 200). In derbem Kupferglanze vom Kuisip-Thale, nahe am Einflusse des Arexananis, Lüderitzland, fanden sich schwarze, sehr dünne Turmalinkrystalle der Combination R, $-2R$, ∞R, $\infty P2$. Andere Kupfererze aus derselben Gegend scheinen Turmalin nicht zu führen.

Ref.: E. Weinschenk.

87. R. Brauns (in Marburg): **Mineralien und Gesteine aus dem hessischen Hinterlande** (Ebenda, 465).

1. Webskyit und Granat von Bottenhorn.

Ausser den früher*) beschriebenen Verwitterungsproducten der Paläopikrite von Amelose bei Biedenkopf wurde neuerdings bei Bottenhorn ein Paläopikrit auf-

*) Diese Zeitschr. **15**, 417.

gefunden, der Anlass zur Bildung von Webskyit und Granat gab. Diese Mineralien finden sich auf den Klüften, wo das sonst scheinbar ganz frische Gestein zersetzt ist. Der Webskyit durchtränkt dasselbe und quillt daraus hervor, die Kluftwände mit einer pechglänzenden Kruste überziehend; unter und in derselben sieht man Kryställchen von Granat. Der Webskyit ist wie bei Amelose aus dem Olivin entstanden, als Zwischenproduct tritt auch hier eine Aggregatpolarisation zeigende Masse auf. Er findet sich selten in der Form von Olivin, sondern imprägnirt das ganze Gestein. Seine Farbe ist schwarzgrün, der Bruch muschlig, sein spec. Gew. = 1,745. Vor dem Löthrohre ist er in dünnen Splittern zu einer stark magnetischen Kugel schmelzbar. Die Analysen ergaben:

	I.	II.	III.	Mittel *):	IV.
SiO_2	36,71	36,74	37,19	36,88	36,67
FeO	—	3,06	4,23	13,92 *)	13,20
Fe_2O_3	15,85	11,52	10,92	—	—
MgO	16,73	17,38	17,46	17,19	17,11
H_2O	—	10,77	10,18	10,48	11,00
aq	21,29	21,25	—	21,27	22,00
		100,72		99,74	99,98

I.—III. sind die Analysenresultate; IV. die Zusammensetzung berechnet nach der Formel $H_2(Mg, Fe)SiO_4 + 2$ aq, wobei $FeO : MgO = 3 : 7$. Die Zusammensetzung weicht etwas von der des Webskyit von Amelose ab, dem die Formel $H_6(Mg, Fe)_4Si_3O_{13} + 6$ aq entspricht. Verf. fasst die Formel als die eines »gewässerten Hydroolivin« auf, in welchem Mg durch H_2 ersetzt und zu welchem 2 aq getreten sind. Ein Theil der Olivinkrystalle zeigt Umwandlung in Serpentin; dieser Process geht indess nicht selten in einer von der gewöhnlichen Verwitterung abweichenden Weise vor sich, indem der ganze Krystall von aussen nach innen sich gleichmässig in ein Aggregat von stark pleochroitischen Blättchen (c des Olivins blaugrün, b gelb) umwandelt; bei weiterer Verwitterung verlieren diese Blättchen ihren Pleochroismus und werden gelb und serpentinähnlich. Es dürfte ein Zwischenstadium vorliegen, für welches Verf. den freigewordenen Namen Villarsit vorschlägt. Daneben bilden sich auch büschelförmige Aggregate von Tremolit. Der Augit des Paläopikrit wurde mit Methylenjodid isolirt und ergab: SiO_2 50,17, Al_2O_3 6,76, FeO 8,86, CaO 21,30, MgO 11,69. Das Magneteisen des Gesteines ist chromhaltig.

Das zweite Mineral dieser Neubildungen ist der Granat, der bald in Krystallen $\{110\}$, bald mehr körnig ausgebildet ist; die Flächen sind häufig durch vicinale 48-Flächner geknickt. Die kleineren Krystalle sitzen meist isolirt, während die grösseren in Haufen und Schnüren im Webskyit, begleitet von graugrünen filzigen Aggregaten, wohl von Aktinolith, sitzen. Seine Farbe ist gelblichgrün bis grasgrün; Chrom liess sich nachweisen. Die Krystalle zeigen zonare Doppelbrechung. Vor dem Löthrohre ist er leicht schmelzbar und wird von Säuren schon vor dem Schmelzen angegriffen, mit H_2SO_4 liefert er Gypskryställchen. Spec. Gew. bei $12^0 = 3,977$. Die Analyse ergab: SiO_2 34,95, Fe_2O_3 30,12, Al_2O_3 1,77, CaO 33,29. Der Granat ist stets secundär und scheint aus dem Augit entstanden zu sein, an dessen Stelle er, in den verwitterten Partien, in welchen er ausschliesslich auftritt, oft Anhäufungen bildet. Daneben scheint auch

*) Das gesammte Fe als FeO gerechnet.

noch Helminth vorzukommen. Andere secundäre Granatvorkommen kennt man im Demantoid von Syssersk*) auf Kluftflächen eines serpentinartigen Gesteines und vielleicht auch in den grünen Granaten von Dobschau, Ungarn, welche in einem Diabas-Serpentin-Gesteine fast ausschliesslich um den verwitterten Diallag herum liegen.

2. Pseudomorphose von Kalkspath nach Olivin und Chrysotil.

An der Landstrasse bei Amelose ist ein stark verwitterter Diabas, welcher Kalkstein überlagert, aufgeschlossen. Derselbe ist von Schnüren von Chrysotil und Kalkspath durchzogen, welch' letzterer in seiner Ausbildung grosse Aehnlichkeit mit ersterem hat. Nicht selten sieht man auch, namentlich im Dünnschliffe, wie an die Stelle des Chrysotil Kalkspath getreten ist. Auch auf Halden bei Bottenhorn finden sich ähnliche Stücke. In dem Gesteine von Amelose finden sich auch Pseudomorphosen von Kalkspath nach Olivin unter Erhaltung der Form. Der Olivin wurde zuerst serpentinisirt und der Serpentin durch körnigen Kalkspath ersetzt; die Umwandlung geht theils von innen nach aussen, theils umgekehrt vor sich; der Kalk dürfte aus dem benachbarten Kalksteine stammen, während die gelöste Magnesia in vielen Braunspathbildungen sich vorfindet.

Ref.: E. Weinschenk.

38. W. Salomon und **H. His** (in Leipzig): **Körniger Topasfels im Greisen bei Geyer** (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1888, **40,** 570). In den dem Greifensteiner Typus angehörigen Granitstöcken bei Geyer und Ehrenfriedersdorf im sächsischen Erzgebirge ist Topas weit verbreitet. Stellenweise finden sich Umwandlungen des Granits in Greisen, welche auf einen Silicificirungsprocess zurückzuführen sind, welch' letzterer auch so weit gehen kann, dass ein granitisch-körniger Quarzfels resultirt. Da aber diese Gesteine von Topas-führendem Granit abstammen, musste man in denselben auch Topas vermuthen, doch war es nicht möglich, diesen nachzuweisen, bis bei Erweiterung des alten Steinbruches am Schiesshause bei Geyer nach WSW., d. h. nach dem Rande der Granitpartie, sich faust- bis kopfgrosse verwitterte Gesteinsbruchstücke fanden, welche fast aus reinem Topas bestehen. Anstehend wurde das Vorkommen als langgestreckte, undeutlich begrenzte Einlagerung im Quarzfels von 1,5 m Länge und 0,3—0,4 m Grösse beobachtet; auch der benachbarte Quarzfels führt Einsprenglinge und Nester von Topas. Die Farbe dieses Topasfelses ist gelblichbraun bis lichtgrün, seltener durch Anhäufung von Ferrit braunroth. Einzelne der Topaskörner zeigen Krystallflächen, wenige sind vollkommen ausgebildet.

Es wurden beobachtet: $\{120\}$, $\{010\}$, $\{110\}$ und winzige Pyramidenflächen: $\{001\}$ wurde nicht mit Sicherheit aufgefunden. Die mechanische Analyse des Gesteines, das sehr mürbe ist und zerbröckelt, ergab über 90 % Topas mit etwas Zinnstein, daneben Quarz, Ferrit und Kaolin, sowie ein weisses, glimmerähnliches Mineral und winzige Turmaline. Das Gestein ist gleichmässig körnig und theils compact, theils löcherig; im letzteren Falle finden sich die anderen Mineralien ein. Jedenfalls weist das Gestein deutliche Spuren von Zersetzung auf und führte wohl ursprünglich neben Topas noch Quarz, Lithionglimmer und Feldspath. Dieses Gestein scheint im Geyer'schen Greisen häufiger nestförmig vorzukommen und verdient mit Recht den Namen »Topasfels«.

Ref.: E. Weinschenk.

*) A. Lösch, diese Zeitschr. 5, 394.

89. J. Lemberg (in Dorpat): **Zur Kenntniss der Bildung und Umwandlung von Silicaten** (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1888, **40**, 625). Zur Erklärung der Thatsache, dass Sodalith nur in älteren, Hauyn nur in jüngeren Eruptivgesteinen vorkommt, wurden eine Anzahl Versuche angestellt, welche eine leichtere Zersetzbarkeit des Hauyn beweisen sollten. Es wurde dazu Hauyn von Niedermendig (Analyse I am Schlusse des Referats) und Sodalith aus dem Eläolithsyenit von Ditro (Analyse II) verwendet, doch ergaben sich keine zwingenden Gründe für obige Annahme. Beide Mineralien wurden, mit 10 % $MgSO_4$-Lösung etwa 150 St. bei 200° behandelt, gleich leicht zersetzt; beim Digeriren mit 25 % $CaCl_2$-Lösung unter den gleichen Umständen liess sich zwar eine leichtere Angreifbarkeit des Hauyn constatiren, doch war der Unterschied nur gering. Zum Vergleiche wurden auch einige andere Mineralien denselben Agentien ausgesetzt und ez zeigte sich, dass die Umwandlung des Eläolith merklich langsamer von statten geht, dass dagegen Cancrinit und Kalinephelin sich ähnlich wie Sodalith und Hauyn verhalten.

Aus diesen Mineralien bildeten sich amorphe Pulver, in welchen bei Behandlung mit $MgSO_4$ *Ca* und Alkali durch *Mg* und viel Wasser ersetzt waren, die gebildeten *Mg*-Silicate enthielten nur Spuren von $MgSO_4$, ebenso wie das *K*-Silicat sich nur schwer mit *K*-Salzen und das *Ba*-Silicat mit *Ba*-Salzen verbindet, während das *Na*-Silicat und in gewissem Grade auch das *Ca*-Silicat derartige Verbindungen ziemlich leicht bildet.

Auch durch reines Wasser war Hauyn nach 280stündiger Behandlung bei 200° angegriffen. Das Wasser reagirte schwach alkalisch und enthielt sehr wenig Na_2SO_4, der Hauyn zeigte einen Wassergehalt von 2,06 %. Na_2SO_4-Lösung entzog unter denselben Umständen dem Hauyn etwas *Ca*, die Wasseraufnahme betrug in diesem Falle 1,61 %. Wurde der Hauyn vorher 10 Stunden lang der Hellrothgluth ausgesetzt und dann mit Wasser behandelt, so war die Einwirkung verstärkt, der Wassergehalt betrug 2,16 %.

Aus diesen Versuchen folgt, dass das Fehlen des Hauyn in den älteren Eruptivgesteinen secundären Ursachen nicht zugeschrieben werden darf, sondern vielmehr ein ursprüngliches ist, welches wahrscheinlich in dem Charakter dieser Gesteine als Tiefengesteine seinen Grund hat. Hieran reiht der Verfasser eine geistreiche Hypothese über das Fehlen der Schwefelsäure in den Tiefengesteinen. Auch die Abwesenheit des Leucits in den älteren Gesteinen wird eingehend discutirt. Das Resultat der Betrachtung ist, dass wahrscheinlich unter dem Drucke, welcher bei der Bildung der Gesteine jedenfalls wirkte, das Leucitmolekül sich in diejenigen Componenten spaltete, welche das kleinste Volumen haben; dass sich z. B. anstatt Leucit und Albit — Orthoklas und Nephelin, statt Leucit und Olivin — Orthoklas und Magnesiaglimmer bildeten. Dann könnte vielleicht auch beobachtet werden, dass ein hoch hinaufreichender Gang seinen Charakter gegen die Tiefe vollkommen ändert. (Vergl. auch Fouqué et Michel Lévy: Synthèse des Minéraux etc. 1882, 77.)

Die Einwirkung des Wassers ist, wie leicht einzusehen, auf Gläser viel intensiver als auf Krystalle, da erstere wahrscheinlich nicht aus individualisirten, gleichmässigen Molekülen aufgebaut sind und in Folge dessen sich in einem labilen Gleichgewichtszustande befinden. Die Bildung von Hydraten aus geschmolzenen Silicaten beweist für letztere ebensoviel, als die viel einfachere Behandlung der chemischen Componenten beweisen würde. Insofern nämlich krystallisirte Producte entstehen, folgt, dass die in dem Glase enthaltenen Elemente unter den gegebenen Umständen zu solchen zusammentreten können; werden dagegen *nur amorphe* Pulver gewonnen, so liefern dieselben für mineralogisch-geologische

Untersuchungen nicht das mindeste Resultat, da weder nachgewiesen werden kann, in welcher Art von Verbindungen sich die in Frage kommenden Elemente befinden, noch die Wahrscheinlichkeit vorliegt, dass an einem bestimmt constituirten Krystallmolekül ähnliche Veränderungen vorgehen, wie an den nicht krystallisirten und vor Allem vollkommen anders zusammengesetzten Molekülen der angewandten Substanzen.

Dieses wird bewiesen durch einen vom Verf. ausgeführten Versuch: Labrador von Helsingfors wurde 2045 St. bei 200° mit reinem Wasser behandelt, ohne die geringste Wasseraufnahme erkennen zu lassen, während das geschmolzene Mineral nach 683 St. 8,8 % aq aufgenommen hatte. Labrador von der Paulsinsel (Analyse III) wurde selbst nach 10stündigem Glühen auf obigem Wege nicht verändert. Es bieten also alle hierzu gemachten Versuche nur das eine Resultat, dass Gläser leichter Wasser aufnehmen, als krystallisirte Mineralien; die chemische Zusammensetzung derselben und namentlich das Mineral, aus welchem die Schmelze gewonnen ist, kommen dabei gar nicht in Betracht. Interessant sind einige weitere Versuche, welche beweisen, dass Silicate, welche Constitutionswasser enthielten und dies durch Glühen verloren haben, dasselbe bei Behandlung mit reinem Wasser wieder aufnehmen. Es wurde dies an einem Kaolin von Karlsbad nachgewiesen, welcher nach 315 St. (bei 200°) sein ganzes, durch Glühen verlorenes, Wasser wieder aufgenommen hatte. Ein Serpentin von Hoponsuo, Finland (Analyse IV) nahm, nach seiner Entwässerung 174 St. mit Wasser behandelt, sogar mehr davon auf, als der ursprüngliche Wassergehalt betragen hatte und zeigte die Zusammensetzung eines Hydrophit, indess scheinen auch hier nur amorphe Producte, also wahrscheinlich Gemenge erhalten worden zu sein.

In der Folge wird eine Reihe von Versuchen mit Mineralien mitgetheilt: Titanit vom Schwarzenstein (Analyse VI) tauschte bei 170stündiger Behandlung mit $MgSO_4$-Lösung bei 200° einen Theil seines Ca gegen Mg und H_2O aus; mit Alkalicarbonat und -silicat wurde keine Einwirkung erzielt. Zoisit von der Saualpe (Analyse VII) lieferte nach 708stündigem Digeriren bei 200° mit 15 % CO_3K_2-Lösung ein braunrothes Product, in welchem sich spärliche hexagonale Krystalle ($P.0P$) vorfanden und das einem »Kalinephelin« ähnlich zusammengesetzt ist. Mit $NaCO_3$ ging die Umwandlung rascher, es entstanden kleine Säulchen, wahrscheinlich von Cancrinit, dessen Zusammensetzung das erhaltene Product annähernd zeigt, nur dass es 4,04 % CaO enthält, welche Verf. einem Natron-Kalk-Cancrinit zuschreiben will. Gereinigter Andalusit von Lisenz (Analyse VIII) gab, mit Na_2SiO_3 und K_2SiO_3 auf dieselbe Weise behandelt, in HCl leicht lösliche, amorphe Thonerdealkalisilicate; mit Alkalicarbonat lieferte er ähnliche Verbindungen neben Thonerdehydrat und Resten von unzersetztem Andalusit. Cyanit und Topas wandelten sich, mit Na_2SiO_3-Lösung behandelt, theilweise um durch Aufnahme von Na_2O, SiO_2 und H_2O. Paragonit aus dem Zillerthale (Analyse IX) wurde durch K_2CO_3 zu einem wasserhaltigen Ka-Silicat von Nephelin ähnlicher Zusammensetzung umgewandelt, und ähnlich war auch das Product, welches mittelst im Krystallwasser geschmolzener Soda in 174 Stunden erzielt wurde. Aus letzteren Versuchen wird die Hypothese abgeleitet, dass sich die betreffenden Mineralien nur in Abwesenheit solcher sie zersetzender Lösungen gebildet haben konnten, was indess nicht hinlänglich bewiesen sein dürfte, da die Wirkung ausserordentlich verdünnter Lösung doch nicht direct mit den im Laboratorium erzielten Resultaten aus concentrirten Lösungen identificirt werden darf. Im Laufe der Arbeit werden folgende neue Mineralanalysen gegeben: I. Hauyn von Niedermendig. II. Sodalith von Ditro. III. Labrador von der

Paulsinsel. IV. Serpentin von Hoponsuo (Finland). V. Tremolit vom St. Gotthardt. VI. Titanit vom Schwarzenstein (Zillerthal). VII. Zoisit von der Saualpe. VIII. Andalusit von Lisenz. IX. Paragonit vom Zillerthal.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
H_2O	1,12	1,84	0,30	15,75	2,22	0,59	2,09	0,95	4,92
SiO_2	32,14	37,55	57,36	48,54	58,60	32,47	39,81	35,06	46,17
TiO_2	—	—	—	—	—	40,75	—	—	—
Al_2O_3	28,12	31,09	27,01	0,60	0,91	—	34,51	63,62	40,29
CaO	8,00	0,54	8,55	—	13,51	26,19	23,59	—	—
K_2O	1,27	—	0,65	—	—	—	—	—	3,09
Na_2O	15,54	18,81	6,13	—	—	—	—	—	5,53
SO_3	12,03	—	—	—	—	—	—	—	—
$NaCl$	0,74	10,28	—	—	—	—	—	—	—
MgO	—	—	—	40,11	24,76	—	—	—	—
	98,96	99,61	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,63	100,00

Ref.: E. Weinschenk.

40. A. Osann (in Heidelberg): **Ueber den Cordierit-führenden Andesit vom Hoyazo (Cabo de Gata)** (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1888, **40**, 694). Der Andesit führt als fremde Einschlüsse Knollen, welche aus gleichviel Quarz und Cordierit bestehen. Der Cordierit hat zuweilen regelmässige Begrenzung: $\{110\}$, $\{010\}$ und $\{001\}$. Gemessen wurde: $(110):(1\bar{1}0) = 60^0 44'$. Absonderung nach $\{001\}$. Nicht selten findet eine schriftgranitähnliche Verwachsung mit dem Quarz statt. Platten nach $\{001\}$ zeigen den Austritt der negativen spitzen Bisectrix; der Axenwinkel in Oel wurde gemessen: $2H_{Na} = 91^0 6'$; der mittlere Brechungsexponent wurde an einem Prisma bestimmt: $\beta_{Na} = 1,5438$; daraus folgt $2V_{Na} = 85^0 50'$. $\parallel$ der Axenebene ist die Absorption geringer als $\perp$ dazu. Die Substanz ist sehr rein; die Analyse ergab: SiO_2 48,58, Al_2O_3 32,44, Fe_2O_3 3,15, FeO 9,17, MnO Spur, MgO 6,63. Hieraus das Verhältniss $RO : R_2O_3 : SiO_2 = 1 : 1,1 : 2,7$ und die Formel $3(Mg, Fe)O$, $3(Al, Fe)_2O_3$, $8SiO_2$. Das spec. Gew. = 2,625 — 2,628. Aus Einschlüssen von grobflasrigem Biotitgneiss wurden Nädelchen von Sillimanit isolirt, die Analysen ergaben: Al_2O_3 63,52 und 63,1, SiO_2 35,43 und 36,9.

Granat ist sehr häufig am Hoyazo; Grösse bis 2 cm Durchmesser. $\{211\}$ ist stets vorherrschend, daneben untergeordnet oft $\{110\}$; $\parallel$ der Combinationskante Streifung durch ein Hexakisoktaëder, das als $\{213\}$ bestimmt wurde. Die Farbe ist kirschroth; eine qualitative Untersuchung ergab viel Eisen, etwas Mangan und die Abwesenheit von Chrom. Es liegt also Almandin vor. Der Brechungsexponent, der auffallend hoch ist, wurde von Mie bestimmt: $n_{Na} = 1,813$; $n_{Li} = 1,809$. Der Granat ist stets vollkommen isotrop.

Ref.: E. Weinschenk.

41. G. F. Becker (in Washington): **Natürliche Lösungen von Zinnober, Gold und den diese begleitenden Sulfiden** (Amer. Journ. of Sc. 1887, **33**, 199). Bei Gelegenheit einer Arbeit über die Quecksilberlagerstätten der Steamboat Springs und Sulphur-Bank in Californien stellte der Verf. in Gemeinschaft mit W. H. Melville eine Anzahl Versuche über die Löslichkeit der in jenen Lagerstätten vorkommenden Erze an. Dieselbe beruht im Wesentlichen auf der Bildung

löslicher Doppelsalze, namentlich mit Na_2S, welche auch in Gegenwart von Natriumcarbonat, -borat und -chlorid, wie sie in jenen heissen Quellen vorhanden sind, in gewissem Grade löslich bleiben, während durch Abkühlung, Auftreten freier Säuren u. s. w. eine Fällung von HgS u. a. eintritt. Die zunächst nur in ihren allgemeinsten Resultaten mitgetheilten Versuche gestatten, daraus Schlüsse auf die Bildung der Erze jener Lagerstätten zu ziehen.

Ref.: P. Groth.

42. J. F. Kemp (in Ithaka, N. York): **Mineralanalysen** (aus: On the Rosetown Extension of the Cortlandt Series. Amer. Journ. of Sc. 1888, **36**, 247). Bei der Untersuchung der Diorite von Rosetown in New Jersey analysirte der Verf. folgende Mineralien, welche theils durch Auslesen, theils mit Thoulet'scher Lösung isolirt wurden:

	Oligoklas:	Hornblende:	Augit:
SiO_2	61,12	43,60	46,00
Al_2O_3	23,90	20,02	14,80
Fe_2O_3	—	14,08	11,20
CaO	5,80	12,19	15,52
MgO	—	4,03	4,75
K_2O	2,58	2,06	4,70
Na_2O	6,78	3,50	3,20
	100,18	99,48	100,17

Ref.: P. Groth.

43. J. Eyerman (in Easton, Penns.): **Mineralien der French Creek Gruben in Pennsylvanien** (New York Acad. Sc. Januar 1889, 14). Verf. giebt eine kurze Beschreibung der Mineralien genannter Gruben. Pyrit: {001}, {111}, π{210}, π{310}, {221}, {211}, π{321}. (S. d. folg. Referat.) Chalkopyrit*), grosse Gruppen sphenoidischer Krystalle in paralleler Verwachsung. Apophyllit, in schönen Krystallen, Analyse unten; ferner Stilbit, Calcit, Orthoklas, Pyroxen, Amphibol (Byssolith und Aktinolith), Erythrit und andere Mineralien. Die Analyse des Apophyllits und Stilbits ergab folgende Zahlen:

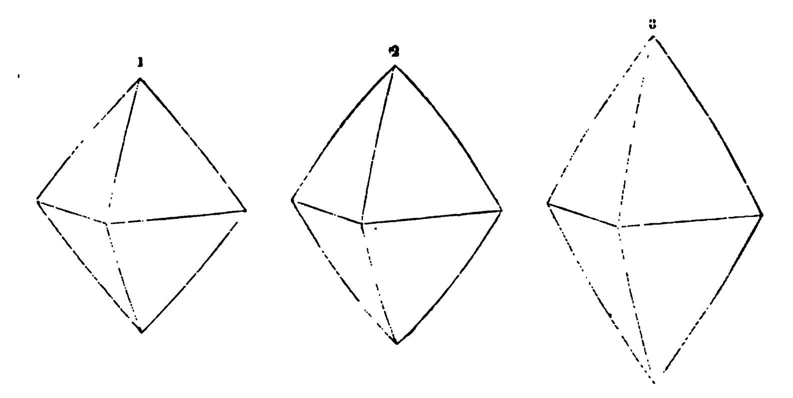
	Apophyllit:
SiO_2	51,63
CaO	25,42
K_2O	6,27
H_2O	16,58
	99,90

	Stilbit:
SiO_2	58,00
Al_2O_3	13,40
CaO	7,80
MgO	1,40
K_2O	1,03
Na_2O	Spur
H_2O	18,30
	99,93

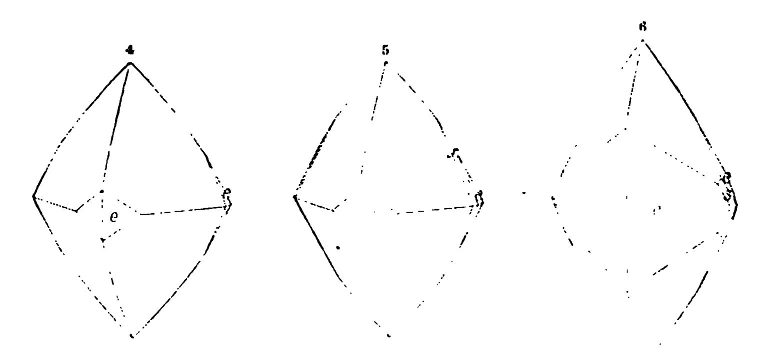
Ref.: E. S. Dana.

*) S. die Orig.-Abhandlung von Penfield, S. 512.

44. S. L. Penfield (in New Haven): **Ueber eigenthümlich entwickelte Pyritkrystalle von French Creek, Penns.** (Amerc. Journ. Sc. 1889, **37**, 209—212). Auf den Eisengruben zu French Creek, Penns., wurden neben anderen Mineralien auch schöne Krystalle von Kupferkies und Pyrit angetroffen. Der Pyrit zeigt meistens nur das Oktaëder oder den Würfel, zuweilen mit $\pi\{421\}$ in Combination. Manchmal aber wurden auch Krystalle gefunden, welche die nachstehend beschriebene eigenthümliche Entwickelung zeigen. Im einfachsten Falle zeigen die Krystalle die Form einer einfachen tetragonalen Pyramide wie in Fig. 1, 2 und 3, und ein Verhältniss der verticalen Axe zu einer horizontalen von 1,25,

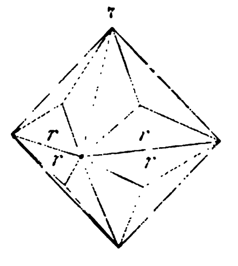


1,50 und 1,80 für den grösseren Theil der Flächen; an der Spitze dagegen sind diese gerundet und entsprechen den Längen 1,16, 1,25 und 1,50. Die wirklichen Längen der verticalen Axen sind 22, 22 und 33 mm. Andere Krystalle zeigen eine rhombische Entwickelung und Flächen des Pyritoëders $e = \pi\{210\}$. Die Flächen der Pyramiden sind in der Nähe der Pyritoëderflächen gestreift und hat die Streifung ungefähr die Richtung der Kante $(421):(332)$, während die Pyramide selbst im Allgemeinen der Form $r\{332\}$ entspricht. Fig. 4 zeigt einen



Krystall mit den (gewöhnlich ungleich entwickelten) e-Flächen an den horizontalen Axen und ohne dieselben an der verticalen. In Fig. 5 ist die Kante zwischen e und r abgestumpft durch eine Fläche x, welche ungefähr das Symbol $\pi\{6.12.7\}$ besitzt, von welcher Form nur acht Flächen vorhanden sind. In

Fig. 6 sind die vorderen e-Flächen grösser und ausserdem sind noch glänzende Flächen der Form $\beta = \pi\{321\}$ vorhanden. Diese spitz-pyramidalen Formen werden nun angesehen als anormal entwickelte Triakisoktaëder $r\{332\}$, von welcher Form blos vier Flächen, nämlich (332), $(\bar{3}32)$, $(\bar{3}\bar{3}2)$ und $(3\bar{3}2)$ entwickelt sind, und welche an ihrer Spitze derart abgerundet sind, dass sie hier ungefähr dem Oktaëder entsprechen.



Das spec. Gewicht wurde zu 5,016, 5,022 gefunden; die Krystalle kommen in Calcit eingewachsen vor. Ein seit 1850 in der Brush'schen Sammlung befindliches Handstück, ebenfalls von French Creek, zeigt ein Oktaëder mit den Flächen eines vicinalen Triakisoktaëders, das ungefähr der Form $\{13.13.12\}$ entspricht, doch waren nur ganz angenäherte Messungen möglich.

Ref.: E. S. Dana.

45. J. L. Jarman und **J. F. McCaleb** (in Virginia, Va.): **Untersuchung einer Kupferschlacke von rother Farbe, künstlichen Cuprit enthaltend** (Americ. Chem. Journ., Jan. 1889, **11**, 30, 31). Die untersuchte Schlacke stammte aus den Canton-Kupfer-Werken zu Baltimore, Md. Sie war undurchsichtig und von dunkel scharlachrother Farbe. Spec. Gew. 3,486, Härte 4,8. Die Analyse ergab (I):

	I.	II.
SiO_2	38,04	69,22
Cu_2O	47,49	5,65
Al_2O_3	2,00	4,84
FeO	2,83	5,74
CaO	2,53	3,33
MgO	0,40	0,89
K_2O	0,55	0,61
Na_2O	5,92	10,34
	99,76	100,62

Ein Dünnschliff liess das Vorhandensein von winzigen roth durchsichtigen Krystallen erkennen, welche in eine blassgelbe Grundmasse eingelagert sind. Die Menge des vorhandenen Cuprits wurde zu 43,49 % gefunden. Der Rückstand, nach der Behandlung mit Salpetersäure, ein blassgelbes Pulver, hatte ein spec. Gewicht von 2,3. Seine Analyse ergab II. Die Schlacke ist demnach saurer Natur und bemerkenswerth durch die Gegenwart von soviel Cuprit.

Ref.: E. S. Dana.

46. J. F. McCaleb (in Virginia, Va.): **Vergleich der Löslichkeit von Gyps und Anhydrit** (Ebenda, **11**, 31—33). Folgende Vorkommen wurden untersucht: A) Gyps, derb, röthlich von Saltville, Va.; B) Gyps derb, weiss von Nova Scotia; C) krystallisirter Gyps vom Montmartre; D) Anhydrit, grau, derb von Salzburg, bestehend aus 81 % Anhydrit, 13 % Gyps, 6 % Sand etc.; E) Anhydrit, derb, grau von Nova Scotia, 97 % Anhydrit enthaltend; F) Gemenge von Gyps und Anhydrit, Nova Scotia. Die Menge des in Lösung gegangenen $CaSO_4$ per Quadratcentimeter der Oberfläche der angewandten Stücke wurde zunächst

stimmt für die Dauer einer Woche und dann für grössere Perioden; bei ersterem wurde erhalten:

A.	B.	C.	D.	E.	F.
0,2388	0,2219	0,1177	0,0666	0,0601	0,2184

ferner:

	1 Woche:	2 W.:	3 W.:	4 W.:	5 Wochen:
B	0,2219	0,4638	0,6788	0,8168	0,8768
C	0,1177	0,2021	0,3250	0,4179	0,4893
D	0,0666	0,0999	0,1514	0,1881	0,2398

Der Verf. gelangt zu dem Resultate, dass der Anhydrit einer 3 bis 4 mal längeren Zeit zur Lösung derselben Quantität erfordert. Die Versuche wurden angestellt, um das Werthverhältniss der beiden Substanzen bei ihrer Anwendung als Düngemittel zu bestimmen.

Ref.: E. S. Dana.

47. J. L. Jarman (in Virginia, Va.): **Analyse eines Pyrolusits von der Crinon-Grube, Augusta Co., Va.** (Americ. Chem. Journ., Jan. 1889, **11**, 39—40). Das untersuchte Mineral bestand aus einer Masse faseriger, dicht verwobener Krystalle. Härte 2,7; spec. Gew. 4,69. Die Analyse ergab:

MnO	78,77
O	17,61
Fe_2O_3	0,62
CaO	0,09
NiO	0,22
CoO	0,27
K_2O	0,18
Na_2O	0,23
H_2O	2,09
Unlöslich	0,29
	99,87

Ref.: E. S. Dana.

bei der monosymmetrischen Varietät des Aethyltriphenylpyrrholons gefunden. Diese Dispersion erreicht 54° zwischen Roth und Grün und ist von einer Kreuzung der optischen Axenebenen begleitet. Folglich ist das Interferenzbild im weissen Lichte ein sehr complicirtes, jenem des Brookits im rhombischen System ähnlich.

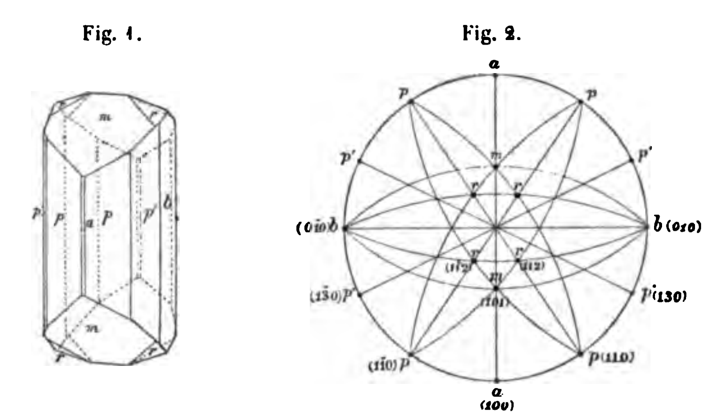
Den Schluss dieser Mittheilung bilden die Resultate einer Untersuchung über die Identität der Oxylepidensäure und Isoxylepidensäure von Zinin. Japp und Klingemann (l. c.) haben aus chemischen Gründen gezeigt, dass diese zwei Substanzen wahrscheinlich identisch sind. Ihre krystallinischen Formen sind in der That ganz identisch.

$\alpha\beta$-Dibenzoylcinnamen $\begin{matrix} C_6H_5.C & = & CH \\ & & \\ C_6H_5.\overset{|}{C}O & & \overset{|}{C}O.C_6H_5 \end{matrix}$ (Dibenzoylstyrol).

Schmelzpunkt 129°. Aus einem Gemisch von Chloroform und Schwefelkohlenstoff umkrystallisirt.

Diese Verbindung wurde vor fünf Jahren von Japp und Miller dargestellt (Journ. Chem. Soc., Trans., 1885, 35). Es ist das Ausgangsmaterial,

Fig. 1. Fig. 2.



aus welchem die folgenden zehn Substanzen derivirt sind. Eine verbesserte Darstellungsmethode aus Benzil, Acetophenon und alkoholischer Kalilauge ist von Japp und Klingemann (Journ. Chem. Soc., Trans., 1890, 673) beschrieben worden.

Die untersuchten Krystalle bestanden aus sehr kleinen, schwachgelben Prismen; die grössten beobachteten waren ungefähr 2 mm lang und $\frac{3}{4}$ mm dick. Gewöhnlich waren sie stark gestreift und verzerrt und lieferten folglich keine guten Reflexe. Die Krystalle waren häufig aggregirt, aus mehreren parallelen Individuen zusammengesetzt.

Krystallsystem: rhombisch. Habitus: prismatisch.

Axenverhältniss: $a : b : c = 0,6898 : 1 : 0,6500$.

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $p = \{110\}$ ∞P, $p' = \{130\}\infty\breve{P}3$, $m = \{101\}\bar{P}\infty$, $r = \{112\}\frac{1}{2}P$.

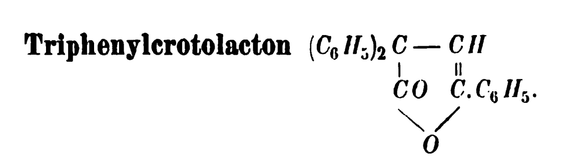
Die Prismenflächen waren am besten entwickelt und das Makrodoma $m\{101\}$ war die vorherrschende Endfläche. Die Flächen der Pyramide $r\{112\}$ waren auch gewöhnlich vorhanden, aber immer sehr klein. Das Makropinakoid $a\{100\}$ wurde nur bei einem Krystall beobachtet.

Die folgenden Winkel wurden gemessen.

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$bp = (010):(110)$	12	54° 25′ — 57° 28′	55° 24′	*
$bp' = (010):(130)$	4	25 21 — 26 14	25 47	25° 47′
$p'p = (130):(110)$	2	29 32 — 29 35	29 33	29 37
$pm = (110):(101)$	6	54 33 — 56 8	55 39	55 38
$mr = (101):(1\bar{1}2)$	2	24 0 — 24 4	24 2	24 12
$br = (010):(112)$	2	73 36 — 73 38	73 37	*
$pr = (110):(112)$	4	60 10 — 60 25	60 19	60 13
$am = (100):(101)$	—	—	—	46 42
$bm = (010):(101)$	6	88 31 — 91 47	90 0	—

Optische Axenebene ist das Brachypinakoid $b(010)$. Ein Schnitt parallel zur Basis zeigte die beiden Axen, welche in Oel bei Natriumlicht 104° 50′ mit einander bilden. Es war nicht möglich, Platten parallel $a(100)$ zu schleifen. Dispersion sehr schwach; die Hyperbeln sind auf der Aussenseite blau und auf der Innenseite roth gefärbt.

Triphenylcrotolacton



Diese Verbindung ist isomer mit Dibenzoylcinnamen, woraus es sehr leicht dargestellt werden kann. Man erhitzt Dibenzoylcinnamen eine halbe Stunde bei 310° C. (im Diphenylamindampf), extrahirt mit heissem Alkohol und lässt die alkoholische Lösung abkühlen.

Schmelzpunkt 117°—118°. Aus Alkohol umkrystallisirt.

Triphenylcrotolacton ist ganz verschieden von dem isomeren Dibenzoylcinnamen. Die Krystalle bilden glänzende, farblose Prismen, ungefähr 2—6 mm lang und $\frac{1}{2}$ mm dick. Die Prismenzone besitzt einen scheinbar tetragonalen Habitus; die Winkel sind fast genau 45°. Doch ist die vorherrschende Endfläche, welche öfters die einzige ist, 81° 32′ zur Verticalaxe geneigt. Ausserdem sind die Krystalle zweiaxig und d'

schaften zeigen die Anwesenheit nur einer Symmetrieebene. Die Anordnung der anderen Flächen, welche an manchen Krystallen entwickelt sind, zeigt ebenfalls Monosymmetrie an. Als Resultat zahlreicher Messungen der Winkel der Prismenzone ist der Winkel zwischen a und p ein wenig kleiner und der zwischen p und b etwas grösser als 45° gefunden worden. Aus 40 Messungen von ap waren 34 kleiner als 45° und aus 32 Messungen von pb waren 31 grösser als 45°.

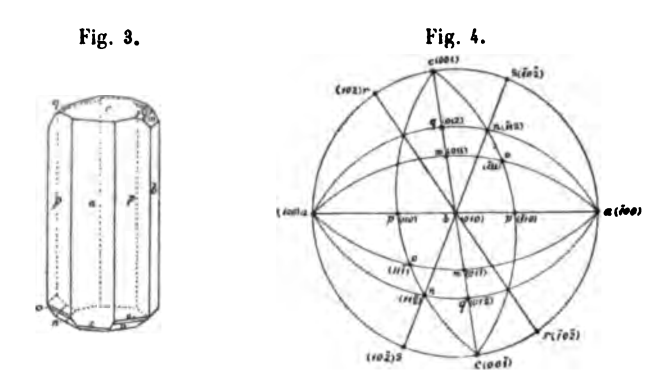
Daher sind die Krystalle monosymmetrisch mit einer Prismenzone von beinahe 45°.

Krystallsystem: monosymmetrisch. Habitus: prismatisch.

Axenverhältniss: $a : b : c = 1{,}0029 : 1 : 1{,}0711$; $\beta = 81^\circ 32'$.

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\grave{P}\infty$, $c = \{001\}$ $0P$, $p = \{110\}\infty P$, $m = \{011\}\grave{P}\infty$, $q = \{012\}\frac{1}{2}\grave{P}\infty$, $n = \{\bar{1}12\}+\frac{1}{2}P$, $o = \{\bar{1}11\}+P$, $s = \{\bar{1}02\}+\frac{1}{2}\bar{P}\infty$, $r = \{102\}-\frac{1}{2}\bar{P}\infty$.

Fig. 3. Fig. 4.



Die Prismenflächen $p\{110\}$ waren am besten entwickelt und gaben vortreffliche Reflexe. Das Orthopinakoid $a\{100\}$ war immer vorhanden, gab aber gewöhnlich mehr verzerrte Reflexe. Das Klinopinakoid $b\{010\}$ war in der Regel sehr schmal, oft nur eine Linie. Die Basis $c\{001\}$ war immer gut ausgebildet und gab vortreffliche Reflexe. Das Klinodoma $m\{011\}$ und die Hemipyramide $n\{\bar{1}12\}$ waren nicht immer entwickelt, wenn sie aber vorhanden waren, gaben sie gute Reflexe. Gewöhnlich waren die Flächen von $q\{012\}$ und $o\{\bar{1}11\}$ sehr klein und die Reflexe schwach. Nur Spuren von $r\{102\}$ wurden beobachtet und die Reflexe waren zu verzerrt für genaue Messungen. Es wurden folgende Winkel gemessen.

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$\{ap = (100):(110)$	40	44°10′—45°36′	44°47′	*
$\{pb = (110):(010)$	32	44 49 — 45 48	45 13	*

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$ac = (100):(001)$	19	80° 52′ — 81° 49′	81° 29′	81° 32′
$cs = (001):(\bar{1}02)$	3	29 38 — 30 21	29 55	29 51
$sa = (\bar{1}02):(\bar{1}00)$	2	68 17 — 68 53	68 35	68 37
$am = (100):(011)$	19	83 31 — 85 0	84 13	84 12
$mo = (011):(\bar{1}11)$	5	37 56 — 38 13	38 7	38 14
$oa = (\bar{1}11):(\bar{1}00)$	6	57 31 — 57 54	57 43	57 34
$aq = (100):(012)$	1	—	82 35	82 32
$qn = (012):(\bar{1}12)$	1	—	26 20	26 20
$na = (\bar{1}12):(\bar{1}00)$	17	70 34 — 71 23	71 2	70 58
$bm = (010):(011)$	20	43 7 — 43 33	43 19	*
$mq = (011):(012)$	1	—	18 49	18 45
$mc = (011):(001)$	22	46 32 — 47 6	46 40	46 41
$qc = (012):(001)$	2	27 43 — 28 0	27 52	27 56
$bn = (010):(\bar{1}12)$	5	63 20 — 63 38	63 28	63 29
$ns = (\bar{1}12):(\bar{1}02)$	2	26 16 — 26 42	26 29	26 31
$cp = (001):(110)$	38	83 32 — 84 28	84 0	*
$po = (110):(11\bar{1})$	13	35 14 — 35 43	35 25	35 22
$on = (11\bar{1}):(11\bar{2})$	9	21 19 — 21 34	21 27	21 32
$nc = (11\bar{2}):(00\bar{1})$	23	38 51 — 39 9	39 0	39 6
$bo = (010):(\bar{1}11)$	2	51 43 — 51 58	51 51	51 54
$oo = (\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$	1	—	76 19	76 12

Die Auslöschungsrichtung bei parallelem Lichte auf dem Orthopinakoid $a\{100\}$ ist parallel zur Prismenkante. Die Auslöschungsrichtung auf der Symmetrieebene $b\{010\}$ bildet 21°—22°. Im convergenten Lichte durch das Orthopinakoid sieht man den Arm einer Hyperbel; die entsprechende Axe ist gerade ausserhalb des Gesichtsfeldes in der Richtung nach r oder c. Die Symmetrieebene $b\{110\}$ ist auch die optische Axenebene.

Dibenzoylcinnamenimid, $C_{22}H_{17}NO$.

Schmelzpunkt 180°.

Diese Verbindung scheidet sich aus, wenn man einen Ueberschuss von alkoholischem Ammoniak zu einer heissen alkoholischen Lösung des Dibenzoylcinnamens hinzufügt.

Die Krystalle sind farblose glänzende Tafeln, bald dünne Platten, bald ziemlich dicke Tafeln. Die vorherrschende Fläche variirt in der Grösse von 2 mm Länge bis zu äusserster Kleinheit.

Krystallsystem: rhombisch. Habitus: tafelförmig nach der Basis $c\{001\}$.

Axenverhältniss: $a:b:c = 0,6911:1:0,8151$.

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $c = \{001\}0P$, $p = \{110\}\infty P$, $p' = \{120\}\infty\breve{P}2$, $o = \{111\}P$, $n = \{121\}2\breve{P}2$, $v = \{112\}\frac{1}{2}P$, $r = \{011\}\breve{P}\infty$, $s = \{012\}\frac{1}{2}\breve{P}\infty$.

Die Basis $c\{001\}$ ist die vorherrschende Fläche. Die primäre Pyramide $o\{111\}$ ist immer entwickelt und ausser der Basis öfters die einzige vorhandene Form. Die anderen Formen an den untersuchten Krystallen waren in der Regel nur sehr klein.

Fig. 5.

Fig. 6.

Die folgenden Winkel wurden gemessen.

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$co = (001):(111)$	85	53°31′—56°51′	55° 7′	*
$vo = (112):(111)$	2	19 24 — 19 40	19 32	19°28′
$op = (111):(110)$	2	34 22 — 35 1	34 42	34 53
$oo = (111):(11\bar{1})$	41	68 7 — 70 58	69 47	69 46
$bn = (010):(121)$	4	43 19 — 44 29	43 37	43 29
$bo = (010):(111)$	54	61 2 — 63 50	62 12	*
$oo = (111):(1\bar{1}1)$	29	54 28 — 56 56	55 35	55 36
$oo = (111):(\bar{1}11)$	24	84 15 — 86 18	84 50	84 52
$or = (111):(011)$	3	42 7 — 43 9	42 28	42 26
$oo = (\bar{1}11):(1\bar{1}\bar{1})$	24	93 52 — 95 45	95 10	95 8
$oa = (111):(100)$	2	47 10 — 48 7	47 38	47 34
$bs = (010):(012)$	2	67 30 — 67 58	67 44	67 49
$sc = (012):(001)$	2	21 59 — 22 20	22 9	22 11
$bp' = (010):(120)$	3	35 40 — 35 44	35 42	35 53

Die Auslöschungsrichtungen auf der Basis $c\{001\}$ sind den krystallo-

graphischen Axen parallel. Die optische Axenebene ist das Brachypinakoid $b\{010\}$. Durch eine dünne Krystallplatte sieht man im convergenten Lichte (in Oel) die beiden Axen. Der Winkel ist sehr gross und in der Luft nicht mehr messbar; es ist der stumpfe Axenwinkel. Ein sehr dünner Schnitt nach $a\{100\}$ zeigte im Oel die Axen und ihre Ringsysteme um die Halbirende ihres spitzen Axenwinkels. Die folgenden Messungen des spitzen und stumpfen Axenwinkels wurden im Oel bei Natriumlicht ausgeführt.

	Spitzer Winkel $2H_a$:	Stumpfer Winkel $2H_o$:
	98° 25′	118° 48′
	98 29	118 26
	98 19	118 55
		119 5
Mittel	98 24	118 48

Berechnet nach der Formel $\tang V_a = \frac{\sin H_a}{\sin H_o}$ ist der wahre Winkel der optischen Axen $2V_a = 82^\circ 40'$.

Die Dispersion ist sehr klein, $\varrho < v$.

Triphenylpyrrholon (das Imid des Triphenylcrotolactons),

$$\begin{array}{ll} (C_6H_5)_2C & \!\!\!\!- CH \\ \quad\;\; | & \quad \| \\ \quad\; CO & \; C.C_6H_5. \\ \quad\;\; \diagdown & \!\!\!\!\diagup \\ & \!\!\!\!\!\!NH \end{array}$$

Diese Verbindung ist isomer mit Dibenzoylcinnamenimid. Letzteres wird leicht in Triphenylpyrrholon umgewandelt, wenn man es bis auf seinen

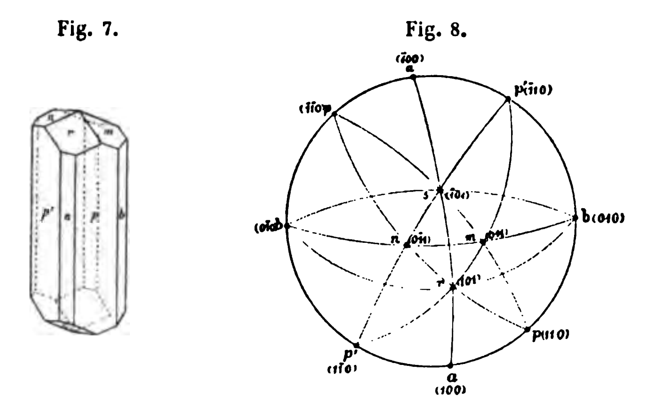


Fig. 7. Fig. 8.

Schmelzpunkt (180°) erhitzt, wobei es der isomeren Veränderung halber schnell wieder erstarrt.

Schmelzpunkt 221°. Aus Aether umkrystallisirt.

Farblose Prismen, in der Regel sehr klein und stark gestreift und verzerrt. Die Grösse variirt von dünnen Nadeln, 1—2 mm lang, zu Prismen von $\frac{1}{2}$ mm Dicke.

Krystallsystem: asymmetrisch. Habitus: prismatisch.

Axenwinkel: $\alpha = 78^{\circ} 56'$, $\beta = 73^{\circ} 23'$, $\gamma = 87^{\circ} 32'$.

Axenverhältniss: $a : b : c = 0{,}7791 : 1 : 0{,}5124$.

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $p = \{110\}\infty P',$, $p' = \{1\bar{1}0\}\infty',P$, $m = \{011\},\breve{P}'\infty$, $n = \{0\bar{1}1\}'\breve{P},\infty$, $r = \{101\}'\bar{P}'\infty$, $s = \{\bar{1}01\},\bar{P},\infty$.

Die Flächen des Prismas $p'\{1\bar{1}0\}$ sind am besten entwickelt. Gewöhnlich ist auch das Brachypinakoid $b\{010\}$ sehr gut ausgebildet und das Prisma $p\{110\}$ ist in der Regel vorhanden; das Makropinakoid $a\{100\}$ ist aber entweder sehr schmal oder ganz abwesend. Die vier Paar Domen sind in der Regel gleich entwickelt. Die Krystalle waren stark verzerrt und folglich die Unterschiede zwischen den gemessenen und berechneten Winkeln grösser als bei den anderen Verbindungen, welche in dieser Mittheilung beschrieben sind.

Die folgenden Winkel wurden gemessen.

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$bp = (010):(110)$	21	48° 12′ — 49° 23′	48° 59′	*
$pa = (110):(100)$	2	35 3 — 35 9	35 6	35° 2′
$ap' = (100):(1\bar{1}0)$	3	39 13 — 39 14	39 14	39 24
$pp' = (110):(1\bar{1}0)$	22	73 54 — 75 35	74 26	*
$p'b = (1\bar{1}0):(0\bar{1}0)$	21	56 1 — 57 18	56 38	56 35
$bm = (010):(011)$	15	53 26 — 54 51	54 14	54 12
$mn = (011):(0\bar{1}1)$	10	51 13 — 51 25	51 17	51 43
$nb = (0\bar{1}1):(0\bar{1}0)$	10	73 37 — 74 58	74 24	74 5
$br = (010):(101)$	10	77 10 — 78 23	78 1	77 56
$bs = (010):(\bar{1}01)$	3	81 0 — 82 6	81 40	81 45
$pm = (110):(011)$	16	55 31 — 56 32	56 5	56 2
$ms = (011):(\bar{1}01)$	14	43 34 — 45 19	43 52	44 7
$sp = (\bar{1}01):(\bar{1}\bar{1}0)$	14	78 20 — 80 34	80 4	79 51
$pr = (110):(101)$	15	48 26 — 49 55	49 6	*
$rn = (101):(0\bar{1}1)$	11	38 50 — 39 22	39 2	39 20
$np = (0\bar{1}1):(\bar{1}\bar{1}0)$	10	91 10 — 92 9	91 51	91 34
$ar = (100):(101)$	5	44 42 — 45 24	45 11	45 13
$rs = (101):(\bar{1}01)$	8	64 25 — 65 29	64 38	64 45
$sa = (\bar{1}01):(\bar{1}00)$	3	70 3 — 70 15	70 7	70 2

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$p'r = (1\bar{1}0):(101)$	18	62° 6′—62°57′	62°45′	*
$rm = (101):(011)$	17	34 20 — 34 55	34 38	*
$mp' = (011):(\bar{1}10)$	20	81 53 — 83 19	82 31	82°37′
$p'n = (1\bar{1}0):(0\bar{1}1)$	13	67 22 — 68 20	67 51	67 38
$ns = (0\bar{1}1):(\bar{1}01)$	14	43 11 — 44 48	44 22	44 33
$sp' = (\bar{1}01):(\bar{1}10)$	14	67 1 — 68 31	67 39	67 49

Die Auslöschungsrichtung auf $p'(1\bar{1}0)$ ist 16°—17° und auf b(010) 4° bis 5° zu den Prismenkanten geneigt. Der Kleinheit und Zerbrechlichkeit der Substanz wegen konnten die optischen Eigenschaften nicht weiter untersucht werden.

Der Wasserstoff der Imidgruppe NH des Triphenylpyrrholon ist ersetzbar durch die Alkylradicale. Es war daher möglich, eine Reihe von Derivaten darzustellen, welche sich durch CH_2 von einander unterscheiden. Die Methyl-, Aethyl-, Propyl- und Allyl-Derivate wurden ziemlich ausführlich untersucht. Sie sind sämmtlich feste, gut krystallisirende Substanzen.

Jedes der drei Derivate, die Methyl-, Aethyl- und Propyl-Verbindungen, wurden in zwei verschiedenen Modificationen erhalten. Diese Substanzen sind daher wenigstens dimorph. Dass die Existenz von verschiedenen Formen dem Polymorphismus und nicht dem chemischen Isomerismus zugeschrieben werden muss, ist durch die Thatsache bewiesen, dass die eine Modification aus der anderen erhalten werden kann, wenn man nur die Krystallisationsbedingungen aus demselben Lösungsmittel ändert. Ihre identische chemische Zusammensetzung wurde durch directe Analyse bestätigt. Die beiden Modificationen geben auch dieselben Bromderivate.

Das Methylderivat wurde in hexagonalen Platten und in asymmetrischen Prismen erhalten, die Aethylverbindung ebenfalls in asymmetrischen Prismen, welche der Methylverbindung im Habitus vollkommen ähnlich waren; die Winkel stimmten so nahe überein, dass man die Existenz des wahren und vollständigen Isomorphismus annehmen konnte. Ausser in asymmetrischer Form wurde das Aethylderivat auch in monosymmetrischen Krystallen erhalten. Von den zwei Modificationen der Propylverbindung ist die eine monosymmetrisch und der monosymmetrischen Varietät der Aethylverbindung ebenso ähnlich, wie die asymmetrische Form der letzteren der der Methylverbindung. Es sind genau dieselben Flächen entwickelt, mit demselben Habitus in beiden Fällen; nur die Winkel sind unbedeutend verschieden. Diese Aehnlichkeit erstreckt sich nicht nur auf besondere Zonen, sondern auf sämmtliche Zonen der beiden Verbindungen. Die zweite Varietät der Propylverbindung gehört dem rhombischen System an, und es ist zu bemerken, dass eine ähnliche rhombische Form der Aethylverbindung

einmal erhalten wurde; leider ging sie verloren, als man sie wieder umzukrystallisiren versuchte, denn es schied sich die monosymmetrische Varietät ab, und die rhombischen Krystalle konnten nie wieder dargestellt werden.

Also sind scheinbar isomorphe Beziehungen zwischen den asymmetrischen Varietäten der Methyl- und Aethyl-Derivate und zwischen den monosymmetrischen Varietäten der Aethyl- und Propyl-Verbindungen gefunden worden. Morphotropische Beziehungen zwischen den monosymmetrischen Varietäten der Aethyl- und Propyl-Verbindungen auf der einen Seite und dem Allylderivat auf der anderen wurden ebenfalls beobachtet.

Methyltriphenylpyrrholon, $(C_6H_5)_2C - CH$

$$\begin{array}{ccc} (C_6H_5)_2C & - & CH \\ | & & \| \\ CO & & C.C_6H_5. \\ & \diagdown\ \diagup & \\ & N.CH_3 & \end{array}$$

Diese Verbindung krystallisirt, wie schon bemerkt wurde, in zwei Formen. Bei der gewöhnlichen Darstellungsmethode durch die Einwirkung alkoholischen Methylamins auf eine heisse alkoholische Lösung von Dibenzoylcinnamen scheidet sie sich in asymmetrischen Prismen beim Erkalten ab. Wenn man diese Krystalle auf 340° eine Stunde lang erhitzt, oder bei vermindertem Drucke destillirt, erhält man, nach dem Umkrystallisiren aus Alkohol, Krystalle, welche dem rhomboëdrisch-hexagonalen Systeme angehören. Die letztere Form wird auch erhalten, aber mit der asymmetrischen Varietät gemengt, wenn man die Darstellung aus alkoholischem Dibenzoylcinnamen und Methylamin in einer schwächeren Lösung und unter 40° vornimmt. Die beiden Varietäten bilden dasselbe Bromderivat, welches auch chemisch und krystallographisch identisch ist.

Asymmetrische Varietät.

Schmelzpunkt 143°.

Die Krystalle sind sehr klein, höchstens 0,7 mm lang, aber gut ausgebildet und sehr glänzend. Sie geben gut definirte Bilder. Grössere Krystalle derselben Form werden bei dem Wiederkrystallisiren aus Schwefelkohlenstoff erhalten, diese aber sind zu schlecht ausgebildet für genaue Messungen.

Axenwinkel: $\alpha = 79^0 52'$, $\beta = 86^0 3'$, $\gamma = 70^0 26'$.

Axenverhältniss: $a : b : c = 0,9059 : 1 : 0,8695$.

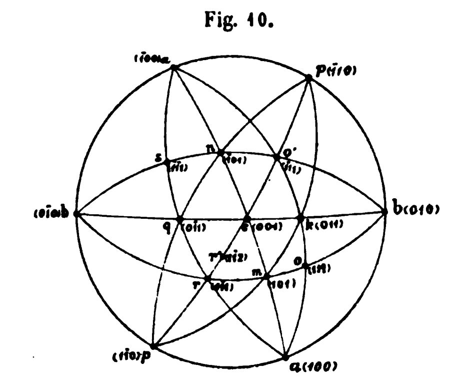
Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $c = \{001\}0P$, $p = \{1\bar{1}0\}\infty{}_{,}'P$, $o = \{111\}P'$, $r = \{1\bar{1}1\}'P$, $o' = \{\bar{1}11\},P$, $s = \{\bar{1}\bar{1}1\}P,$, $r' = \{1\bar{1}2\}\frac{1}{2}'P$, $m = \{101\}'\bar{P}'\infty$, $n = \{\bar{1}01\},\bar{P},$, $k = \{011\},\breve{P}'\infty$, $q = \{0\bar{1}1\}'\breve{P},\infty$.

Das Brachypinakoid $b\{010\}$ ist am besten entwickelt und häufig sind *die Krystalle* darnach tafelförmig. Gewöhnlich ist das Makropinakoid $a\{100\}$

und häufig auch das Hemiprisma $p\{1\bar{1}0\}$ gut ausgebildet; jedoch ist das letzte zuweilen verschwindend klein und die beiden Pinakoide vorherrschend. Die Pyramiden und Domen: $r\{1\bar{1}1\}$, $o'\{\bar{1}11\}$, $m\{101\}$ und $n\{\bar{1}01\}$ sind immer vorhanden; gewöhnlich auch $q\{0\bar{1}1\}$, aber nicht so vollkommen entwickelt wie die vier soeben erwähnten Endformen. Nicht jede Probe zeigt die Basis $c\{001\}$ und das Hemidoma $k\{011\}$, man findet sie aber in gewissen Krystallisationen gut ausgebildet. Nur in einem Falle wurde $r\{1\bar{1}2\}$ beobachtet und $o\{111\}$ und $s\{\bar{1}\bar{1}1\}$ nur an einem Krystalle. Im letzten Falle waren die Bilder zu gestreift, um brauchbar zu sein.

Fig. 9.

Fig. 10.



	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$ba = (010):(100)$	19	68° 56′ — 69° 53′	69° 19′	*
$ap = (100):(1\bar{1}0)$	19	51 15 — 52 8	51 47	—
$pb = (1\bar{1}0):(0\bar{1}0)$	19	58 15 — 59 20	58 54	*
$bm = (010):(101)$	23	67 25 — 68 50	68 1	*
$mr = (101):(1\bar{1}1)$	24	35 51 — 36 42	36 13	—
$rb = (1\bar{1}1):(0\bar{1}0)$	23	75 7 — 76 19	75 46	*
$bo' = (010):(\bar{1}11)$	16	58 51 — 59 46	59 12	59° 19′
$o'n = (\bar{1}11):(\bar{1}01)$	20	36 36 — 37 24	36 57	36 55
$nb = (\bar{1}01):(0\bar{1}0)$	20	83 39 — 84 9	83 49	83 46
$bk = (010):(011)$	1	—	40 47	40 47
$kc = (011):(001)$	1	—	36 59	36 37
$cq = (001):(0\bar{1}1)$	1	—	48 11	48 11
$qb = (0\bar{1}1):(0\bar{1}0)$	9	53 58 — 54 17	54 9	54 3
$am = (100):(101)$	12	40 50 — 41 22	41 2	40 59
$mc = (101):(001)$	1	—	41 5	41 3
$mn = (101):(\bar{1}01)$	11	90 0 — 90 18	90 11	90 9
$cn = (001):(\bar{1}01)$	1	—	49 4	49 3
$na = (\bar{1}01):(\bar{1}00)$	10	48 36 — 49 3	48 49	48 52

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$ar = (100):(1\bar{1}1)$	11	55° 28′—55° 56′	55° 36′	55° 41′
$rq = (1\bar{1}1):(0\bar{1}1)$	10	43 18 — 43 26	43 23	43 17
$qa = (0\bar{1}1):(\bar{1}00)$	10	80 48 — 81 8	81 1	81 2
$ao' = (\bar{1}00):(\bar{1}11)$	8	69 11 — 69 19	69 16	69 10
$pm = (1\bar{1}0):(101)$	11	67 40 — 68 10	67 56	67 53
$pr = (1\bar{1}0):(1\bar{1}1)$	18	43 22 — 44 0	43 44	*
$rr' = (1\bar{1}1):(1\bar{1}2)$	1	—	19 51	19 55
$r'c = (1\bar{1}2):(001)$	1	—	29 23	29 20
$ro' = (1\bar{1}1):(\bar{1}11)$	16	95 0 — 95 46	95 16	95 13
$o'p = (\bar{1}11):(\bar{1}10)$	14	40 44 — 41 20	40 59	41 3
$pq = (1\bar{1}0):(0\bar{1}1)$	14	69 10 — 69 46	69 29	69 27
$qn = (0\bar{1}1):(\bar{1}01)$	14	51 10 — 51 26	51 20	51 17
$np = (\bar{1}01):(\bar{1}10)$	18	58 57 — 59 39	59 13	59 16

Die Krystalle sind spaltbar nach drei Richtungen: den zwei Pinakoiden und der Basis. Die Auslöschungsrichtung auf dem Brachypinakoid $b\{010\}$ ist ungefähr 33° und auf dem Makropinakoid $a\{100\}$ ungefähr 8° zur verticalen Kante geneigt. Im convergenten Lichte sieht man durch eine Spaltungsplatte oder einen dünnen Krystall parallel $a\{100\}$ eine optische Axe und ihr Ringsystem zur linken Seite des Gesichtsfeldes in der Nähe der Mitte desselben.

Rhomboëdrisch-hexagonale Varietät.

Schmelzpunkt 138°. Dreimal aus Alkohol umkrystallisirt.

Die untersuchten Proben waren gelbbraun gefärbt; gewöhnlich waren die Krystalle tafelförmig nach der Basis, doch auch häufig dicker und zu-

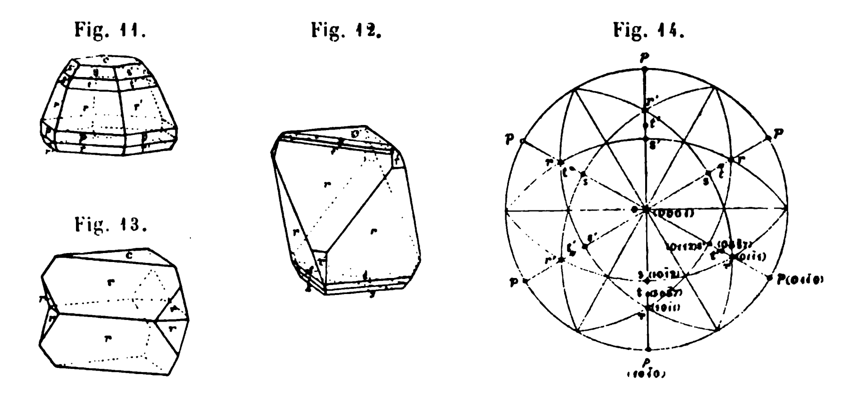


Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13. Fig. 14.

weilen allseitig gleich entwickelt. Die Tafeln variirten in der Grösse von äusserst klein bis zu Hexagonen von mehr als 1 cm Durchmesser. Die Randflächen

bildeten zwei complementäre + und — Rhomboëder, welche als Flächen einer hexagonalen Pyramide hätten betrachtet werden können; die Substanz ist jedoch zweifellos rhomboëdrisch, denn gelegentlich fanden sich auch sehr vollkommene einzelne, nur durch die Basis modificirte Rhomboëder. Ausserdem war an jedem der dickeren Krystalle eines der Rhomboëder viel mehr entwickelt als das andere, welches gewöhnlich nur als sehr kleine Abstumpfung auftrat (Fig. 12). Indess wurden auch Krystalle gefunden, bei welchen alle Flächen gleich ausgebildet waren, als ob sie holoëdrisch wären (Fig. 11).

Durch die Basis sieht man im convergenten Lichte das einaxige Interferenzbild mit dunklem Kreuze und kreisförmigen Ringen.

Axenverhältniss: $a : c = 1 : 2,4343$.

Polkantenwinkel des primären Rhomboëders $\varkappa\{10\bar{1}1\}$: $109^{\circ}\,22'$.

Die folgenden Formen wurden beobachtet.

Beobachtete Form:	Zeichen nach		
	Bravais-Miller:	Miller:	Naumann·
Die Basis c	$\{0001\}$	$\{111\}$	$0R$
Das hexagonale Protoprisma p	$\{10\bar{1}0\}$	$\{11\bar{2}\}$	∞R
Das primäre +Rhomboëder r	$\varkappa\{10\bar{1}1\}$	$\{100\}$	$+R$
- - — - r'	$\varkappa\{01\bar{1}1\}$	$\{22\bar{1}\}$	$-R$
- +Rhomboëder s	$\varkappa\{10\bar{1}2\}$	$\{411\}$	$+\frac{1}{2}R$
- — - s'	$\varkappa\{01\bar{1}2\}$	$\{110\}$	$-\frac{1}{2}R$
- + - t	$\varkappa\{50\bar{5}7\}$	$\{17.2.2\}$	$+\frac{5}{7}R$
- — - t'	$\varkappa\{05\bar{5}7\}$	$\{44\bar{1}\}$	$-\frac{5}{7}R$

Die Winkel-Messungen ergaben:

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet·
$cr = (0001):(10\bar{1}1)$	39	$70^{\circ}\,2'$ — $70^{\circ}\,48'$	$70^{\circ}\,25'$	*
$rr = (10\bar{1}1):(10\bar{1}\bar{1})$	4	38 33 — 40 1	39 14	$39^{\circ}\,10'$
$cs = (0001):(10\bar{1}2)$	7	53 31 — 55 7	54 38	54 34
$ct = (0001):(50\bar{5}7)$	5	62 35 — 64 40	63 23	63 31
$rr = (10\bar{1}1):(\bar{1}101)$	12	109 8 — 109 45	109 26	109 22
$rr = (10\bar{1}1):(1\bar{1}0\bar{1})$	12	70 12 — 70 48	70 34	70 38
$pp = (10\bar{1}0):(01\bar{1}0)$	5	59 57 — 60 3	60 0	*

Die Basis c ist immer gut entwickelt und an tafelförmigen Krystallen ist sie vorherrschend. Die primären Rhomboëder r und r' sind vorherrschend an dicken Krystallen; zuweilen ist nur eines der Rhomboëder vorhanden, durch die Basis modificirt. Gewöhnlich sind die Rhomboëder s und t klein. Häufig sind eine ganze Reihe von Bildern zwischen s und t zu beobachten, vermuthlich durch vicinale Flächen reflectirt. Die Prismenflächen sind nur selten vorhanden, wenn sie aber auftreten, geben sie gute Reflexe.

Zwillinge wurden häufig gefunden, Zwillingsebene die Basis (Fig. 13). Eine gute Spaltbarkeit verläuft parallel dem primären Rhomboëder $\varkappa(10\bar{1}1)$.

Die Doppelbrechung ist negativ.

Brommethyltriphenylpyrrholon, $C_{23}H_{18}BrNO$.

Schmelzpunkt 153°. Aus Schwefelkohlenstoff umkrystallisirt.

Diese Verbindung wird entweder aus dem asymmetrischen oder dem rhomboëdrisch-hexagonalen Methylimid dargestellt durch die Einwirkung von Brom in einer Chloroformlösung. Sie krystallisirt aus Schwefelkohlenstoff in prachtvollen grossen Prismen, welche anfänglich gewöhnlich gelb gefärbt sind, beim Umkrystallisiren aber ganz farblos erhalten werden. Die untersuchten Krystalle waren mehr als 2 cm lang und $\frac{1}{2}$ bis 1 cm dick. Die Flächen waren sehr vollkommen und gaben ausserordentlich gute Reflexe.

Krystallsystem: monosymmetrisch. Habitus: prismatisch.

Axenverhältniss: $a:b:c = 1,6549:1:1,0430$; $\beta = 88^{\circ}29'$.

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty P\infty$, $b = \{010\}\infty R\infty$, $c = \{001\}0P$, $r = \{101\}-P\infty$, $s = \{\bar{1}01\}+P\infty$, $p = \{110\}\infty P$, $p' = \{210\}\infty P2$, $q = \{011\}R\infty$, $m = \{021\}2R\infty$, $o = \{111\}-P$, $n = \{\bar{1}11\}+P$, $t = \{221\}-2P$, $v = \{\bar{2}21\}+2P$.

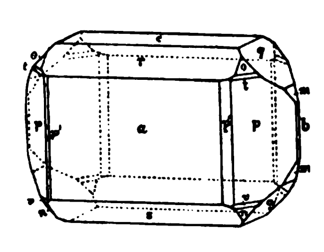


Fig. 15.

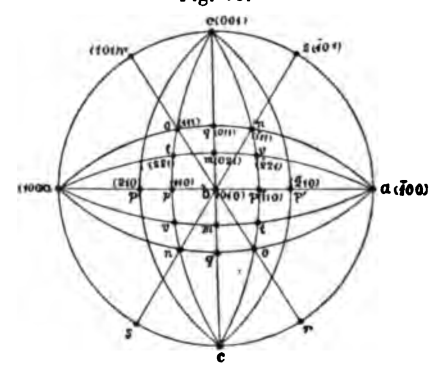


Fig. 16.

Die Krystalle ahmen sehr nahe die rhombische Symmetrie nach, die scheinbare Prismenzone ist jedoch wirklich die Zone der Querflächen des monosymmetrischen Systems. Das Orthopinakoid $a\{100\}$ ist am besten ausgebildet; auch die Basis $c\{001\}$ ist eine vorherrschende Fläche. Das Klinopinakoid $b\{010\}$ an der Spitze der Endpyramiden wurde nur ein- oder zweimal beobachtet. Die Orthodomen $r\{101\}$ und $s\{\bar{1}01\}$ waren gut entwickelt und das Prisma $p\{110\}$ und Klinodoma $q\{011\}$ gaben den Enden

hre pyramidale Gestalt. Die übrigen Flächen waren kleiner, und $o\{111\}$, $\imath\{\bar{1}11\}$ und $v\{\bar{2}21\}$ so rauh, dass ihre Lage nur durch die Methode der laximalreflexion bestimmt werden konnte.

Die folgenden Winkel wurden gemessen.

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$ac = (100):(001)$	15	88° 1′—88°58′	88°29′	*
$ar = (100):(101)$	11	56 18 — 57 0	56 42	*
$cs = (001):(\bar{1}01)$	12	32 11 — 33 1	32 28	32°33′
$sa = (\bar{1}01):(\bar{1}00)$	13	58 35 — 59 33	59 3	58 58
$ap = (100):(110)$	30	58 1 — 60 13	58 59	58 59
$ap' = (100):(210)$	1	—	39 50	39 45
$cq = (001):(011)$	22	46 12 — 46 49	46 30	*
$qm = (011):(021)$	4	18 1 — 18 23	18 8	18 7
$ao = (100):(111)$	—	—	—	65 33
$oq = (111):(011)$	1	—	23 27	23 24
$aq = (100):(011)$	12	88 20 — 89 27	88 54	88 57
$qa = (011):(\bar{1}00)$	11	90 42 — 91 36	91 6	91 3
$na = (\bar{1}11):(\bar{1}00)$	—	—	—	67 25
$at = (100):(221)$	8	60 32 — 61 52	60 55	60 51
$tm = (221):(021)$	1	—	28 24	28 30
$ma = (021):(\bar{1}00)$	2	90 18 — 91 7	90 42	90 39
$va = (\bar{2}21):(\bar{1}00)$	—	—	—	61 65
$co = (001):(111)$	3	49 56 — 50 42	50 14	50 9
$ot = (111):(221)$	1	—	17 5	17 4
$tp = (221):(110)$	14	21 34 — 22 15	21 58	22 0
$cp = (001):(110)$	21	88 25 — 89 40	89 9	89 13
$pc = (110):(00\bar{1})$	20	90 24 — 91 30	90 51	90 47
$vc = (22\bar{1}):(00\bar{1})$	—	—	—	68 33
$nc = (11\bar{1}):(00\bar{1})$	1	—	51 6	51 2
$qp = (011):(110)$	1	—	51 8	51 7
$pq = (110):(01\bar{1})$	2	52 21 — 52 21	52 21	52 29
$or = (111):(101)$	1	—	41 8	41 5

Eine vollkommene Spaltbarkeit geht ‖ dem Orthopinakoid $a\{100\}$. Im parallelen polarisirten Lichte sind die Auslöschungsrichtungen auf den Querflächen parallel zur Symmetrieaxe, in Uebereinstimmung mit der Symmetrie des monosymmetrischen Systems. Im convergenten Lichte sieht man durch das Orthopinakoid $a\{100\}$ und die Basis $c\{001\}$ nur einen Hyperbelzweig. Ein Schnitt parallel zu $s\{\bar{1}01\}$ zeigt die beiden Axen und ihr Ring-

system um die Mittellinie des spitzen Winkels und ungefähr im Centrum des Gesichtsfeldes. Die optische Axenebene ist senkrecht zur Symmetrieebene und auch zu $s\{\bar{1}01\}$. Ein Schnitt parallel zur Symmetrieebene $b\{010\}$ zeigt in Oel die Axen mit ihrem stumpfen Winkel.

Die folgenden Messungen wurden erhalten für Natriumlicht:

	$2E$	$2H_a$	$2H_o$
	123° 5′	80°20′	135°25′
	122 45	80 55	132 40
		80 40	133 10
		80 35	
Mittel	122 55	80 35	133 45

Berechnet nach der Formel $\tang V_a = \frac{\sin H_a}{\sin H_o}$ ist der wahre Winkel der optischen Axen $2V_a = 70°15'$.

Der mittlere Brechungsexponent β, nach der Formel $\beta = \frac{\sin E}{\sin V_a}$ berechnet, ist $= 1{,}5264$.

Die Dispersion ist sehr klein, weniger als 1°. Die Hyperbeln waren nur schwach gefärbt im Sinne $\varrho < v$.

Die Doppelbrechung ist positiv.

Aethyltriphenylpyrrholon, $(C_6H_5)_2C - CH$, CO, $C.C_6H_5$, $N.C_2H_5$.

Das Aethylderivat wurde ebenfalls in zwei Formen, einer asymmetrischen und einer monosymmetrischen, durch die Einwirkung alkoholischen Aethylamins auf Dibenzoylcinnamen erhalten. Die asymmetrische Varietät wurde zuerst durch Anwendung einer heissen alkoholischen Lösung des Dibenzoylcinnamens erhalten, und die monosymmetrische Varietät durch die Benutzung einer schwächeren Lösung bei gewöhnlicher Temperatur. Es gelang aber nicht, die Bedingungen genau festzustellen, unter welchen jede Form sich bildet; es scheidet sich bald die eine, bald die andere, und auch bald ein Gemisch beider unter scheinbar gleichen Bedingungen ab.

Asymmetrische Varietät.

Schmelzpunkt 123°.

Diese Krystalle sind denjenigen des asymmetrischen Methylimids sehr ähnlich; sie zeigen die meisten der bei jener Verbindung vorhandenen Flächen und auch einige neue.

Axenwinkel: $\alpha = 78^0 48'$, $\beta = 89^0 10'$, $\gamma = 68^0 2'$.

Axenverhältniss: $a : b : c = 0,9120 : 1 : 0,9524$.

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $c = \{001\}$ $0P$, $p = \{110\}\infty P'$, $p' = \{1\bar{1}0\}\infty' P$, $p'' = \{270\}\infty\breve{P}'_{,\frac{7}{2}}$, $p''' = \{2\bar{1}0\}\infty'\bar{P}2$, $m = \{101\}'\bar{P}'\infty$, $n = \{\bar{1}01\},\bar{P},\infty$, $k = \{011\},\breve{P}'\infty$, $q = \{0\bar{1}1\}'\breve{P},\infty$, $l = \{0\bar{1}2\}\frac{1}{2}'\breve{P},\infty$, $r = \{1\bar{1}1\}'P$.

Fig. 17 zeigt die gewöhnliche Gestalt der Krystalle, und es ist interessant, sie mit der Zeichnung des Methylanalogs (Fig. 9) zu vergleichen.

Das Brachypinakoid $b\{010\}$, wie bei der asymmetrischen Methylverbindung, ist gewöhnlich am besten entwickelt. Doch ist manchmal das Makropinakoid $a\{100\}$ vorherrschend. Das Prisma $p'\{1\bar{1}0\}$ ist die nächstwichtige Form, wie auch bei dem asymmetrischen Methylimid. Gewöhnlich sind die übrigen Prismenflächen nur als schmale Linien ausgebildet. Die Basis $c\{001\}$ scheint besser entwickelt zu sein als bei der Methylverbindung;

Fig. 17.

Fig. 18.

dieses ist aber die Folge davon, dass die Formen $o'\{\bar{1}11\}$ und $n\{\bar{1}01\}$ des letzteren Derivates an den untersuchten Proben entweder sehr klein oder gar nicht vorhanden waren. Die Flächen von $r\{1\bar{1}1\}$, $m\{101\}$, $k\{011\}$ und $q\{0\bar{1}1\}$ besassen ungefähr dieselbe relative Wichtigkeit, wie bei der Methylverbindung.

Die folgenden Winkel wurden gemessen.

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$ab = (100):(010)$	32	67° 9′— 67°55′	67°26′	*
$ap = (100):(110)$	1	—	32 23	32°19′
$pb = (110):(010)$	1	—	35 9	35 7
$p''b = (270):(010)$	1	—	14 22	14 15
$ap' = (100):(1\bar{1}0)$	31	52 41 — 53 27	53 10	*
$p'''p' = (2\bar{1}0):(1\bar{1}0)$	2	25 6 — 25 49	25 28	25 34
$p'b = (1\bar{1}0):(0\bar{1}0)$	34	58 51 — 59 45	59 24	59 24

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
{am = (100):(101)	18	39°18′—39°58′	39°45′	*
{mc = (101):(001)	19	44 19 — 45 7	44 48	*
{bc = (010):(001)	27	77 6 — 78 3	77 36	*
bk = (010):(011)	3	37 31 — 38 28	38 4	38°13′
kc = (011):(001)	3	39 0 — 39 28	39 15	39 23
cq = (001):(01̄1)	23	51 55 — 52 16	52 6	52 2
cl = (001):(01̄2)	4	29 16 — 29 37	29 24	29 21
lq = (01̄2):(01̄1)	4	22 26 — 22 54	22 41	22 41
qb = (01̄1):(01̄0)	22	50 2 — 50 38	50 18	50 22
{bm = (010):(101)	17	65 15 — 66 4	65 48	65 48
mr = (101):(11̄1)	10	39 27 — 39 42	39 33	39 26
rb = (11̄1):(01̄0)	10	74 26 — 74 57	74 38	74 46
{ar = (100):(11̄1)	11	56 13 — 57 8	56 54	56 53
rq = (11̄1):(01̄1)	11	46 23 — 46 45	46 37	46 40
qa = (01̄1):(1̄00)	15	76 12 — 76 54	76 27	76 27
{p′m = (11̄0):(101)	14	68 24 — 69 10	68 46	68 49
mk = (101):(011)	2	44 17 — 44 21	44 19	44 17
kp′ = (011):(1̄10)	2	66 39 — 67 3	66 51	66 54
{p′r = (11̄0):(11̄1)	11	42 14 — 42 48	42 29	42 30
rc = (11̄1):(001)	11	52 45 — 53 17	53 5	53 5
cp′ = (001):(1̄10)	19	84 11 — 84 41	84 25	84 25
p′q = (11̄0):(01̄1)	13	70 7 — 70 31	70 20	70 28

Die Krystalle sind vollkommen spaltbar nach den Pinakoiden $a\{100\}$ und $b\{010\}$ und weniger vollkommen nach der Basis $c\{001\}$. Das asymmetrische Aethylimid entspricht in dieser Beziehung dem asymmetrischen Methylimid vollkommen. Die Auslöschungsrichtungen auf $a\{100\}$ und $b\{010\}$ sind resp. 35° und 28°. Im convergenten Lichte sieht man durch $b\{010\}$ eine optische Axe und deren Ringe gegen die Kante hin.

Die Aehnlichkeit zwischen den asymmetrischen Methyl- und Aethylimiden wird graphisch durch die sphärischen Projectionen (Fig. 10 und 18) gezeigt.

Ein Vergleich der gemessenen, beiden Verbindungen gemeinschaftlichen Winkel ist in der folgenden Tabelle angestellt.

Winkel:		Asymmetrisches Methyl:	Asymmetrisches Aethyl:
α	=	79°52′	78°48′
β	=	86 3	89 10
γ	=	70 26	68 2
ba	=	69 19	67 26
ap	=	51 47	53 10
pb	=	58 54	59 24
bm	=	68 1	65 48
mr	=	36 13	39 33
rb	=	75 46	74 38
bk	=	40 47	38 4
kc	=	36 59	39 15
cq	=	48 11	52 6
qb	=	54 9	50 18

Winkel:		Asymmetrisches Methyl:	Asymmetrisches Aethyl:
am	=	41° 2′	39°45′
mc	=	41 5	44 48
ar	=	55 36	56 54
rq	=	43 23	46 37
qa	=	81 1	76 27
pm	=	67 56	68 46
pr	=	43 44	42 29
rc	=	49 14	53 5
cp	=	87 2	84 25
pq	=	69 29	70 20

Der Unterschied in den Axenverhältnissen in Folge der Einführung einer anderen CH_2-Gruppe wird durch den folgenden Vergleich klar gemacht:

Asymmetrisches Methylimid: $a : b : c = 0,9059 : 1 : 0,8695$.
Asymmetrisches Aethylimid: $a : b : c = 0,9120 : 1 : 0,9524$.

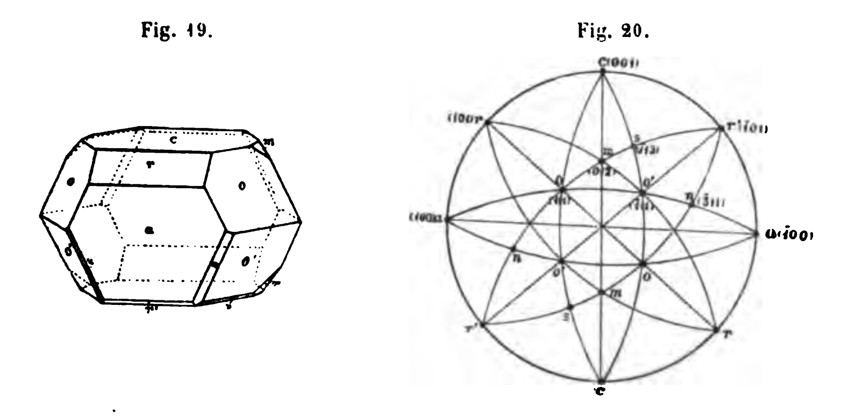
Daraus ersieht man, dass das Verhältniss $a : b$ praktisch unverändert bleibt, während die verticale Axe c ein wenig verlängert wird.

Monosymmetrische Varietät.

Schmelzpunkt 129°.

Die monosymmetrischen Krystalle des Aethyltriphenylpyrrholons sind besonders interessant durch die Thatsache, dass sie einen Fall ausserordent-

Fig. 19. Fig. 20.



lich grosser Dispersion in gekreuzten Axenebenen darbieten, der des Brookits im rhombischen System etwas ähnlich.

Sie sind glänzende, beinahe farblose Krystalle, deren Flächen ziemlich gleich ausgebildet sind. Im Durchschnitt besitzen sie einen Durchmesser von ungefähr 2 mm.

Axenwinkel: $\beta = 86^0\,54'$.

Axenverhältniss: $a:b:c = 1{,}6898:1:1{,}9579$.

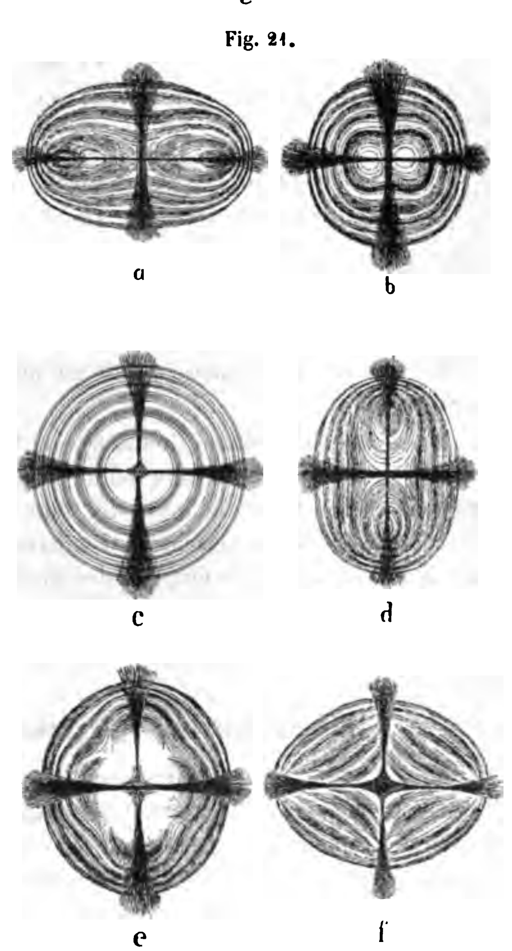
Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $c = \{001\}0P$, $r = \{101\}-\bar{P}\infty$, $r' = \{\bar{1}01\}+\bar{P}\infty$, $o = \{111\}-P$, $o' = \{\bar{1}11\}+P$, $m = \{012\}\frac{1}{2}\breve{P}\infty$, $n = \{31\bar{1}\}+3\bar{P}3$, $s = \{11\bar{3}\}+\frac{1}{3}P$. (Fig. 19 und 20 auf voriger Seite.)

Die Hauptflächen sind: das Orthopinakoid $a\{100\}$, die Basis $c\{001\}$ und die primären Hemipyramiden $o\{111\}$ und $o'\{\bar{1}11\}$. Gewöhnlich ist das Orthodoma $r\{101\}$ vorhanden als eine breite Abstumpfung der Kante ac; auch das Klinodoma $m\{012\}$ ist gut entwickelt, wenn vorhanden. Die übrigen Formen $r'\{\bar{1}01\}$, $n\{31\bar{1}\}$ und $s\{11\bar{3}\}$ sind entweder klein oder fehlen ganz.

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$ar = (100):(101)$	17	39° 4′ — 39° 50′	39° 28′	*
$rc = (101):(001)$	17	47 3 — 47 49	47 26	*
$cr' = (001):(\bar{1}01)$	—	—	—	50° 58′
$r'a = (\bar{1}01):(\bar{1}00)$	—	—	—	42 8
$ca = (001):(\bar{1}00)$	20	92 47 — 93 26	93 6	93 6
$ao = (100):(111)$	40	60 5 — 61 38	61 6	61 5
$oo' = (111):(\bar{1}11)$	40	54 58 — 56 20	55 41	55 38
$o'n = (\bar{1}11):(\bar{3}11)$	5	30 28 — 30 41	30 35	30 36
$na = (\bar{3}11):(\bar{1}00)$	5	32 30 — 32 49	32 39	32 41
$o'a = (\bar{1}11):(\bar{1}00)$	40	62 48 — 63 51	63 13	63 17
$ro = (101):(111)$	37	50 30 — 51 40	51 13	*
$oo = (111):(\bar{1}1\bar{1})$	19	77 6 — 78 30	77 30	77 34
$ro' = (101):(11\bar{1})$	38	84 19 — 85 24	84 51	84 55
$o'm = (11\bar{1}):(01\bar{2})$	1	—	33 50	33 50
$mr = (01\bar{2}):(\bar{1}0\bar{1})$	1	—	61 11	61 15
$o'r = (11\bar{1}):(\bar{1}0\bar{1})$	38	94 23 — 95 41	95 8	95 5
$co = (001):(111)$	40	64 24 — 65 28	64 54	64 56
$oo' = (111):(11\bar{1})$	39	47 0 — 47 57	47 28	47 29
$o's = (11\bar{1}):(113)$	1	—	30 2	29 52
$sc = (113):(00\bar{1})$	—	—	—	37 43
$o'c = (11\bar{1}):(00\bar{1})$	39	67 1 — 68 2	67 38	67 35
$r'o' = (10\bar{1}):(11\bar{1})$	4	52 28 — 52 44	52 37	52 42
$o'o' = (11\bar{1}):(\bar{1}11)$	20	73 59 — 75 16	74 40	74 36
$o'o' = (\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$	20	104 47 — 106 2	105 20	105 24

Eine vollkommene Spaltbarkeit geht parallel dem Orthopinakoid $a\{100\}$. Eine Spaltungsplatte, oder ein dünner Krystall auf die Fläche $a\,(100)$ gelegt, zeigt im convergenten weissen Lichte ein ungewöhnliches und sehr schönes Interferenzbild. Das Bild ist nicht symmetrisch zur Normale auf a; es liegt an jener Seite des Gesichtsfeldes, welche der Kante ar am nächsten ist, und die erste Mittellinie ist ungefähr 27° zur Normale in der Richtung von r geneigt. Durch einen Schnitt parallel zur Symmetrieaxe b und senkrecht zur ersten Mittellinie wird das Interferenzbild symmetrisch zum Gesichtsfeld gesehen. Das Bild (Fig. 21f) besteht aus einer Reihe von concaven Curven, welche zwischen den Armen des Kreuzes einfallen und vier Axen umgeben, anstatt der ordentlichen zweiaxigen Ringe und Lemniscaten. Dieses eigenthümliche Bild ist dadurch verursacht, dass die optische Axenebene für rothes Licht senkrecht zu jener für blaues und grünes Licht steht. Die optische Axenebene für Roth ist senkrecht zur Symmetrieebene, für Grün und Blau ist sie parallel zur Symmetrieebene. Wenn man mit Lithiumlicht beleuchtet, sieht man ein gewöhnliches zweiaxiges Bild (Fig. 21a). In Natriumlicht ist das Bild gleichartig, die Axen aber sind näher zusammen und die Ringe mehr kreisförmigen (Fig. 21b) genähert. Wenn man mit Thalliumlicht beleuchtet, sieht man ebenfalls ein gewöhnliches Lemniscatenbild, die Linie aber, welche die beiden Axen verbindet, ist jetzt vertical, senkrecht zu ihrer Richtung im Natrium- und Lithiumlichte (Fig. 21d).

Fig. 21.



Der Betrag der Dispersion ist sehr gross, wie durch die folgenden Messungen der Axenwinkel in Luft ($2E$) und in Oel ($2H_a$) gezeigt wird.

$2E$.

	Für Lithiumlicht:	Für Natriumlicht:	Für Thalliumlicht:
	optische Axenebene senkrecht zur Symmetrieebene		Optische Axenebene die Symmetrieebene
	32° 45′	17° 15′	21° 45′
	32 15	17 20	21 55
		17 30	
		17 20	
Mittel	32 30	17 20	21 50

$2H_a$

	Für Lithiumlicht	Für Natriumlicht	Für Thalliumlicht
	22° 10′	12° 10′	14° 55′
	22 20	12 30	14 50
	22 30	11 40	15 0
	22 5		
Mittel	22 15	12 10	14 55

Die effective Dispersion in Luft ist also $32°30' + 21°50' = 54°20'$, der Sinn $\varrho > v$.

Wenn man mit einem Gemisch von Natrium- und Thalliumlicht beleuchtet, so sieht man ein Doppelinterferenzbild wie Fig. 21e. Für Licht einer besonderen Wellenlänge in der Nähe der Linie E im Grünlichgelb des Spectrums wird das Bild scheinbar einaxig (Fig. 21c). Schnitte ungefähr 1 mm dick zeigen die Interferenzbilder am besten. Der stumpfe Axenwinkel war eben nicht mehr sichtbar in Oel.

Das Zeichen der Doppelbrechung ist negativ.

Bromäthyltriphenylpyrrholon, $C_{21}H_{20}BrNO$.

Schmelzpunkt 142°. Aus Schwefelkohlenstoff umkrystallisirt.

Das Bromderivat der Aethylverbindung bildet grosse Krystalle, der Brommethylverbindung etwas ähnlich. Sie krystallisiren in demselben Systeme, sind aber von verschiedenem Habitus. Die Krystalle des Bromäthylderivates besitzen die Eigenschaft, schnell undurchsichtig zu werden; die Kanten werden weiss und verlieren ihre Schärfe in wenigen Stunden, und dann verbreitet sich die Undurchsichtigkeit schnell über den ganzen Krystall.

Krystallsystem: monosymmetrisch. Habitus: prismatisch.

Axenverhältniss: $a : b : c = 1,2102 : 1 : 0,5602$; $\beta = 80° 58'$.

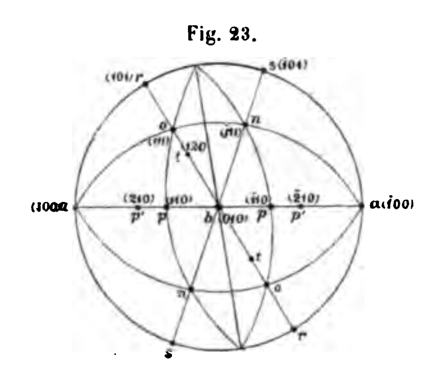
Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty P\infty$, $b = \{010\}\infty R\infty$, $p = \{110\}\infty P$, $p' = \{210\}\infty P2$, $r = \{101\}-P\infty$, $s = \{\bar{1}01\}+P\infty$, $o = \{111\}-P$, $n = \{\bar{1}11\}+P$, $t = \{121\}-2R2$.

Die Krystalle sind typisch monosymmetrisch. Die zwei Pinakoide $a\{100\}$ und $b\{010\}$ und das Prisma $\{110\}$ sind ungefähr gleich entwickelt und bilden eine dickprismatische Combination. Das Orthodoma $r\{101\}$ ist die wichtigste Endfläche; ihre Complementärform $s\{\bar{1}01\}$ ist viel kleiner. Auf beiden Seiten von r erscheinen die Flächen der primären Hemipyramide $o\{111\}$, welche nicht viel kleiner als r selbst sind.

Die positive Hemipyramide $n\{\bar{1}11\}$ ist auch ziemlich gut ausgebildet, $t\{121\}$ aber ist nur als eine schmale Linie vorhanden.

Fig. 22.

Fig. 23.



	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$ap = (100):(110)$	22	49° 1'— 50°46'	50° 5'	*
$ap' = (100):(210)$	8	30 21 — 31 30	30 55	30°52'
$p'p = (210):(110)$	6	18 42 — 19 53	19 11	19 13
$pb = (110):(010)$	20	38 54 — 41 50	39 54	39 55
$ar = (100):(101)$	14	57 34 — 58 30	57 53	*
$rs = (101):(\bar{1}01)$	2	49 25 — 49 36	49 30	49 24
$sa = (\bar{1}01):(\bar{1}00)$	2	72 20 — 72 52	72 36	72 43
$ao = (100):(111)$	16	60 49 — 61 57	61 18	61 18
$on = (111):(\bar{1}11)$	13	43 28 — 44 23	43 47	43 50
$na = (\bar{1}11):(\bar{1}00)$	14	74 24 — 75 18	74 57	74 52
$bo = (010):(111)$	18	63 58 — 65 6	64 37	*
$to = (121):(111)$	1	—	18 13	18 7
$or = (111):(101)$	17	24 21 — 26 22	25 22	25 23
$bn = (010):(\bar{1}11)$	18	61 22 — 62 6	61 41	61 50
$ns = (\bar{1}11):(\bar{1}01)$	4	27 49 — 28 21	28 11	28 10
$op = (111):(110)$	17	49 43 — 50 58	50 22	50 26
$pn = (110):(11\bar{1})$	15	57 43 — 58 50	58 1	58 2
$no = (11\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	11	70 49 — 72 4	71 31	71 32

Eine Spaltbarkeit verläuft parallel zur Symmetrieebene $b\{010\}$.

Da die Krystalle schnell undurchsichtig werden, konnten die optischen Eigenschaften nicht vollständig untersucht werden. Schnitte wurden vollkommen undurchsichtig innerhalb 5—10 Minuten nach dem Schleifen. Die Symmetrieebene ist auch die optische Axenebene. Die beiden Axen werden durch $a\{100\}$ im convergenten Lichte gesehen. Die Mittellinie ist 5^0—10^0 zur Normale zu a geneigt gegen die Kante ar. Die dem Centrum des Gesichtsfeldes am nächsten liegende Axe ist ungefähr 42^0 zur Normale geneigt. Ein Schnitt senkrecht zur Mittellinie geschliffen war zu undurchsichtig, um genaue Messungen zu gestatten. Er gestattete nur zu beobachten, dass die Axen und Ringe symmetrisch zum Gesichtsfelde waren.

Propyltriphenylpyrrholon, $(C_6H_5)_2C$ — CH

$$\begin{array}{ccc} (C_6H_5)_2C & - & CH \\ | & & \| \\ CO & & C.C_6H_5 . \\ & \diagdown\ \diagup & \\ & N.C_3H_7 & \end{array}$$

Es wurden zwei Varietäten des Propylimids erhalten: eine monosymmetrische Form, scheinbar vollkommen isomorph mit der monosymmetrischen Aethylverbindung, und eine rhombische Varietät. Da das Propylamin nicht so leicht wie Aethyl- und Methylamin einwirkt, wurde es nöthig gefunden, die Darstellung aus alkoholischem Dibenzoylcinnamen bei 100^0 in einem geschlossenen Rohre auszuführen.

Monosymmetrische Varietät.

Schmelzpunkt 95^0—98^0.

Diese Varietät wurde nur bei einem Versuch erhalten, doch war das Präparat ein sehr schönes. Es besteht aus sehr grossen, farblosen, glänzenden Krystallen, oft von 5—10 mm Durchmesser. Gewöhnlich waren sie etwas tafelförmig, nach verschiedenen Flächen, je nach ihrer Stellung bezüglich den Wänden des Krystallisirgefässes. Ihre äussere Aehnlichkeit mit den monosymmetrischen Krystallen der Aethylverbindung ist sehr auffallend (vgl. Fig. 19 und Fig. 24). Alle Flächen von Wichtigkeit, welche an dem Aethylimid entwickelt sind, werden auch bei dem monosymmetrischen Propylimid gefunden.

Axenwinkel: $\beta = 86^0 17'$.

Axenverhältniss: $a : b : c = 1,8060 : 1 : 1,8821$.

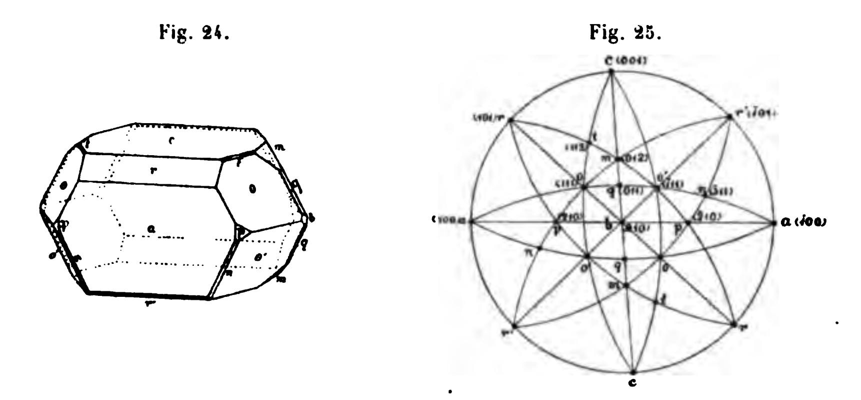
Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\grave{P}\infty$, $c = \{001\}0P$. $r = \{101\} - \bar{P}\infty$, $r' = \{\bar{1}01\} + \bar{P}\infty$, $o = \{111\} - P$, $o' = \{\bar{1}11\} + P$. $q = \{011\}\grave{P}\infty$, $m = \{012\}\frac{1}{2}\grave{P}\infty$, $p = \{210\}\infty\bar{P}2$, $n = \{31\bar{1}\} + 3\bar{P}3$, $t = \{113\} - \frac{1}{3}P$.

Die Beschreibung der relativen Entwickelung der verschiedenen

Formen an der monosymmetrischen Aethylverbindung passt genau für das Propylimid.

Das Klinopinakoid $b\{010\}$ wurde an einigen Krystallen der letzteren Verbindung beobachtet, wie auch das Klinodoma $q\{011\}$. Anstatt der Hemipyramide $s\{11\bar{3}\}$ der Aethylverbindung wurde die Complementärform $t\{113\}$ an einem Krystall des Propylimids gefunden.

Fig. 24. Fig. 25.



Die folgenden Winkel wurden gemessen.

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$ar = (100):(101)$	15	41°35′— 42°22′	42° 2′	*
$rc = (101):(001)$	15	43 52 — 44 34	44 15	*
$cr' = (001):(\bar{1}01)$	1	—	48 19	48° 7′
$r'a = (\bar{1}01):(\bar{1}00)$	1	—	45 33	45 36
$ca = (001):(\bar{1}00)$	17	93 2 — 94 9	93 41	93 43
$ao = (100):(111)$	32	61 53 — 63 5	62 30	62 30
$oq = (111):(011)$	1	—	25 56	25 44
$qo' = (011):(\bar{1}11)$	1	—	26 23	26 24
$oo' = (111):(\bar{1}11)$	32	51 23 — 52 48	52 16	52 11
$o'n = (\bar{1}11):(\bar{3}11)$	2	29 58 — 30 44	30 21	30 27
$na = (\bar{3}11):(\bar{1}00)$	2	34 35 — 35 4	34 49	34 52
$o'a = (\bar{1}11):(\bar{1}00)$	36	64 51 — 65 54	65 15	65 19
$ro = (101):(111)$	32	51 2 — 51 58	51 34	*
$ob = (111):(010)$	2	38 36 — 38 37	38 36	38 26
$oo = (111):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	14	76 32 — 77 18	76 53	76 52
$rp = (101):(210)$	1	—	56 23	56 26
$po' = (210):(11\bar{1})$	1	—	32 10	32 9
$ro' = (101):(11\bar{1})$	26	88 13 — 89 14	88 33	88 35
$o'm = (11\bar{1}):(01\bar{2})$	3	32 36 — 32 57	32 47	32 51

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$mt = (01\bar{2}):(\bar{1}1\bar{3})$	1	—	19°57′	19°54′
$tr = (\bar{1}1\bar{3}):(\bar{1}0\bar{1})$	1	—	38 32	38 40
$o'r = (11\bar{1}):(\bar{1}0\bar{1})$	26	91° 3′— 91°48′	91 28	91 25
$cm = (001):(012)$	1	—	43 5	43 16
$mq = (012):(011)$	1	—	18 43	18 45
$ct = (001):(113)$	1	—	34 58	34 54
$to = (113):(111)$	1	—	28 40	28 40
$co = (001):(111)$	33	63 2 — 64 13	63 37	63 34
$oo' = (111):(11\bar{1})$	33	49 24 — 50 21	49 55	49 55
$o'c = (11\bar{1}):(00\bar{1})$	36	65 47 — 67 5	66 27	66 31
$r'o' = (10\bar{1}):(11\bar{1})$	2	53 6 — 53 32	53 19	53 22
$o'o' = (11\bar{1}):(\bar{1}11)$	16	72 30 — 73 41	73 19	73 16
$o'o' = (\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$	14	106 9 —107 18	106 38	106 44

Eine sehr vollkommene Spaltbarkeit geht parallel dem Orthopinakoid $a\{100\}$, wie bei dem Aethylderivate.

Die optische Axenebene ist senkrecht zur Symmetrieebene, und die erste Mittellinie ist 10° zur Normale von $a(100)$ geneigt. Dieser Winkel wurde an einem Schnitt parallel zur Symmetrieebene bestimmt. Dieser Schnitt zeigte im convergenten Lichte die zwei Axen und Ringe um ihren stumpfen Winkel; derselbe war aber zu gross in Oel, um ihn zu messen. Ein Krystall, nach dem Orthopinakoid $a\{100\}$ tafelförmig, oder eine Spaltungsplatte, zeigte die beiden Axen mit ihrem spitzen Winkel nicht ganz im Centrum des Gesichtsfeldes, da die Mittellinie 10° zur Normale geneigt ist. Ein Schnitt senkrecht zur ersten Mittellinie geschliffen zeigt die beiden Axen symmetrisch zum Centrum. Die Dispersion ist sehr stark, denn die Hyperbelzweige sind sehr lebhaft gefärbt, wie Spectrumcurven erscheinend. Doch ist sie nicht so gross wie bei der analogen Aethylverbindung, und ist nicht von einer Kreuzung der Axenebenen begleitet.

Die folgenden Messungen des optischen Axenwinkels in Luft und in Oel wurden erhalten.

	Für Lithiumlicht:	Für Natriumlicht:	Für Thalliumlicht:
$2E$	79°30′	76°25′	68°35′
$2H_a$	50 40	49 10	43 30

Es giebt daher eine Dispersion für $2E$ zwischen diesen Grenzen von ungefähr 11°, im Sinne $\varrho > v$.

Das Zeichen der Doppelbrechung ist, wie bei dem monosymmetrischen Aethylderivat, negativ.

Ein Vergleich zwischen den gemessenen gemeinschaftlichen Winkeln

der Aethyl- und Propylverbindung wird in der folgenden Tabelle gegeben.

Winkel:	Monosymmetrische Aethylverb.:	Propylverb.:	Winkel:	Monosymmetrische Aethylverb.:	Propylverb.:
β =	86° 54′	86° 17′	ro =	51° 13′	51° 34′
ar =	39 28	42 2	oo =	77 30	76 53
rc =	47 26	44 15	ro' =	84 51	88 33
cr' =	50 58	48 19	$o'm$ =	33 50	32 47
$r'a$ =	42 8	45 33	mr =	61 11	58 29
ca =	93 6	93 41	$o'r$ =	95 8	91 28
ao =	61 6	62 30	co =	64 54	63 37
oo' =	55 41	52 16	oo' =	47 28	49 55
$o'n$ =	30 35	30 21	$o'c$ =	67 38	66 27
na =	32 39	34 49	$r'o'$ =	52 37	53 19
$o'a$ =	63 13	65 15	$o'o'$ =	74 40	73 19

Die Aehnlichkeit der Winkel wird sofort klar bei Besichtigung der sphärischen Projectionen (Fig. 20 und Fig. 25).

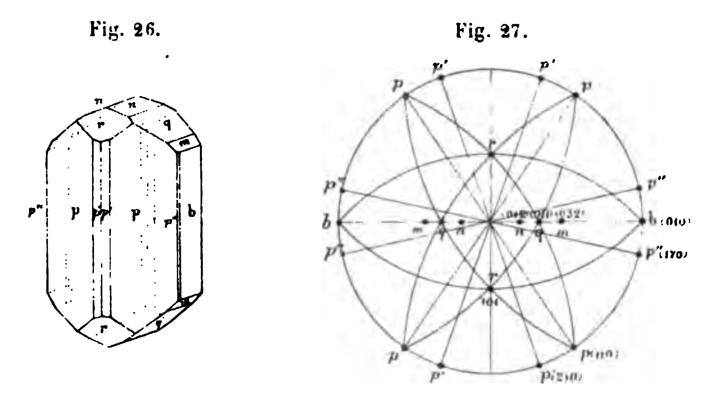
Rhombische Varietät.

Diese ist die gewöhnliche Form der Propylverbindung, wie sie beim Erkalten des Inhalts des geschlossenen Rohres sich abscheidet. Die Krystalle sind Prismen, 3—5 mm lang und 1—3 mm dick.

Axenverhältniss: $a : b : c = 0,6494 : 1 : 0,7646$.

Beobachtete Formen: $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $p = \{110\}\infty P$, $p' = \{210\}\infty\bar{P}2$, $p'' = \{170\}\infty\breve{P}7$, $q = \{011\}\breve{P}\infty$, $n = \{012\}\frac{1}{2}\breve{P}\infty$, $m = \{032\}\frac{3}{2}\breve{P}\infty$, $r = \{101\}\bar{P}\infty$.

Fig. 26. Fig. 27.



Die Formen, welche die Gestalt des Krystalls bedingen, sind das Prisma $p\{110\}$ und die Brachydomen $q\{011\}$ und $n\{012\}$, die immer vorhanden

sind; gewöhnlich ist n etwas kleiner als q. Das Brachypinakoid $b\{010\}$ war häufig sehr schmal, und die Prismen $p'\{210\}$ und $p''\{170\}$ wurden nur selten gefunden. Das Makrodoma $r\{101\}$ ist in der Regel auch gut ausgebildet, aber nicht so vollkommen entwickelt wie $q\{011\}$.

Die folgenden Winkel wurden gemessen.

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$bp = (010):(110)$	40	56° 20′ — 57° 48′	57° 3′	57° 0′
$bp'' = (010):(170)$	2	12 4 — 12 59	12 31	12 24
$pp' = (110):(210)$	4	14 36 — 15 36	14 57	15 1
$bq = (010):(011)$	29	52 22 — 53 12	52 36	*
$bm = (010):(032)$	1	—	41 10	41 5
$qn = (011):(012)$	16	16 3 — 16 39	16 24	16 29
$rr = (101):(\bar{1}01)$	4	99 4 — 99 34	99 16	99 18
$rr = (101):(10\bar{1})$	5	80 5 — 81 15	80 42	80 42
$pr = (110):(101)$	41	49 58 — 50 47	50 21	50 16
$pq = (110):(011)$	46	70 16 — 71 19	70 41	*

Die Krystalle sind vollkommen spaltbar nach dem Brachydoma $q\{011\}$.

Mehrere Zwillinge wurden beobachtet nach der Prismenfläche $p\{110\}$.

Die optische Axenebene ist das Makropinakoid $a\{100\}$. Die Verticalaxe c ist die erste Mittellinie. Eine Platte senkrecht zur Verticalaxe c geschliffen, d. h. parallel zur möglichen Basis (001), zeigt im convergenten Lichte in der Luft die beiden Axen und Ringe an den äusserst rechten und linken Grenzen des Gesichtsfeldes. Sie werden besser in Oel gesehen. Ein zweiter Schnitt parallel zum Brachypinakoid $b\{010\}$ wurde ebenfalls geschliffen und zeigte in Oel die Axen um ihren stumpfen Winkel.

Die folgenden Messungen der scheinbaren spitzen und stumpfen optischen Axenwinkel für Natriumlicht wurden erhalten.

	$2E$ Spitzer Winkel in der Luft:	$2H_a$ Spitzer Winkel in Oel:	$2H_o$ Stumpfer Winkel in Oel:
	135° 10′	77° 45′	132° 30′
	135 30	77 40	132 50
	136 10	77 45	
	135 20		
Mittel	135 30	77 45	132 40

Der wahre Winkel $2V_a$ zwischen den optischen Axen, aus der Formel $\tang V_a = \frac{\sin H_a}{\sin H_o}$ berechnet, ist 68° 50.

Der mittlere Brechungsexponent β, aus dem scheinbaren Winkel in

der Luft und dem wahren Winkel, vermöge der Formel $\beta = \frac{\sin E}{\sin V_a}$ berechnet, ist 1,6377.

Die Dispersion ist sehr klein, $\varrho > v$.

Das Zeichen der Doppelbrechung ist positiv.

Allyltriphenylpyrrholon, $(C_6H_5)_2C$—CH, CO $C.C_6H_5$, $N.C_3H_5$.

Schmelzpunkt 110°—112°.

Die Allylverbindung wurde, der Propylverbindung ähnlich, durch Erhitzen alkoholischen Allylamins mit Dibenzoylcinnamen auf 100° in einem geschlossenen Rohre dargestellt.

Sie besteht aus farblosen, allseitig gleich entwickelten Krystallen von circa 1—3 mm Durchmesser.

Krystallsystem: Monosymmetrisch. $\beta = 88^0 53'$; also ahmen die Krystalle der Symmetrie des rhombischen Systems sehr nahe nach.

Axenverhältniss: $a : b : c = 1,6654 : 1 : 1,8441$.

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty P\infty$, $b = \{010\}\infty P\infty$, $c = \{001\}0P$, $p = \{110\}\infty P$, $p' = \{210\}\infty P2$, $r = \{101\} - P\infty$, $s = \{112\} - \frac{1}{2}P\infty$, $r' = \{\bar{1}01\} + P\infty$, $s' = \{\bar{1}02\} + \frac{1}{2}P\infty$, $q = \{011\}P\infty$, $m = \{012\}\frac{1}{2}P\infty$, $n = \{112\} - \frac{1}{2}P$, $n' = \{\bar{1}12\} + \frac{1}{2}P$, $t = \{\bar{1}22\} + P2$.

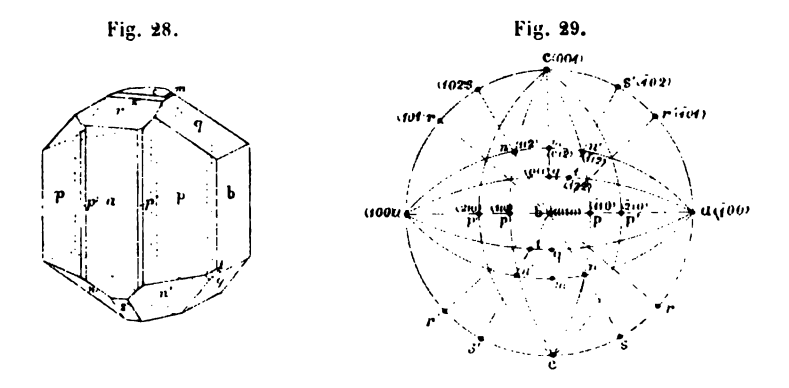


Fig. 28. Fig. 29.

Die am besten entwickelten Formen sind das Prisma $p\{110\}$, die zwei Pinakoide $a\{100\}$ und $b\{010\}$, die Basis $c\{001\}$, das Klinodoma $q\{011\}$ und die Hemipyramide $n'\{\bar{1}12\}$. Die übrigen Flächen sind klein und nicht immer vorhanden. Die Flächen a, b, c, p', r, r', q und m entsprechen jenen an der monosymmetrischen Varietät der Propylverbindung, welche mit denselben Buchstaben bezeichnet sind. Die Winkel zwischen diesen Flächen

sind sehr ähnlich, und ein Vergleich mit denselben ist am Ende dieser Beschreibung gegeben.

Die folgenden Winkel wurden an dem Allylimid gemessen.

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$ap = (100):(110)$	23	58° 49′ — 59° 34′	59° 2′	*
$ap' = (100):(210)$	4	39 30 — 40 2	39 52	39° 48′
$p'p = (210):(110)$	5	18 54 — 20 20	19 20	19 14
$pb = (110):(010)$	15	30 37 — 31 5	30 54	30 58
$ar = (100):(101)$	18	41 3 — 41 57	41 33	41 35
$rs = (101):(102)$	5	17 59 — 19 46	18 41	18 36
$sc = (102):(001)$	6	27 40 — 29 38	28 46	28 42
$cs' = (001):(\bar{1}02)$	2	29 5 — 29 19	29 12	29 15
$s'r' = (\bar{1}02):(\bar{1}01)$	2	18 45 — 19 58	19 21	19 18
$r'a = (\bar{1}01):(\bar{1}00)$	2	42 31 — 42 40	42 35	42 34
$bq = (010):(011)$	7	28 3 — 28 52	28 28	28 27
$qm = (011):(012)$	23	18 17 — 19 8	18 47	18 51
$mc = (012):(001)$	23	42 16 — 43 14	42 40	42 42
$an = (100):(112)$	4	67 7 — 67 15	67 12	67 10
$nm = (112):(012)$	3	21 47 — 22 7	21 58	22 2
$am = (100):(012)$	21	88 32 — 89 46	89 17	89 12
$mn = (012):(\bar{1}12)$	21	21 52 — 22 29	22 10	22 15
$na = (\bar{1}12):(\bar{1}00)$	36	68 17 — 69 5	68 33	*
$aq = (100):(011)$	32	89 4 — 89 56	89 33	89 28
$qa = (011):(\bar{1}00)$	32	90 5 — 91 24	90 29	90 32
$cn = (001):(112)$	4	46 39 — 46 51	46 44	46 48
$np = (112):(110)$	4	42 33 — 42 51	42 41	42 38
$cp = (001):(110)$	26	89 5 — 89 51	89 27	89 26
$pn' = (110):(11\bar{2})$	27	42 48 — 43 19	43 9	*
$n'c = (11\bar{2}):(00\bar{1})$	39	47 3 — 47 48	47 23	47 25
$bn' = (010):(\bar{1}12)$	17	50 14 — 51 29	50 53	50 51
$bt = (010):(122)$	1	—	31 22	31 33
$tn' = (\bar{1}22):(112)$	1	—	19 16	19 18
$n's' = (\bar{1}12):(\bar{1}02)$	18	39 0 — 39 17	39 6	39 9

Die Auslöschungsrichtungen auf den Querflächen $[a, r, c]$ sind parallel zur Symmetrieaxe, der Symmetrie des monosymmetrischen Systems gemäss. Die optische Axenebene ist die Symmetrieebene. Durch die Basis $c\{001\}$ sieht man im convergenten Lichte den Hyperbelzweig einer Axe, welche gerade ausserhalb des Gesichtsfeldes in der Richtung von s gelegen ist.

Die Allylverbindung besitzt also viele Aehnlichkeiten mit den monosymmetrischen Varietäten der Aethyl- und Propylverbindungen. Die morphotropische Beziehung, wie zu erwarten war, ist nicht so vollkommen wie zwischen den zwei letzteren Verbindungen. Doch ist die Aehnlichkeit der Winkel in mehreren Zonen eine sehr auffallende, wie aus dem folgenden tabellarischen Vergleiche ersichtlich.

Winkel:	Propylverbindung:	Allylverbindung:
ar	42° 2′	41°33′
rc	44 15	47 27
cr′	48 19	48 33
r′a	45 33	42 35
bq	28 12	28 28
qm	18 43	18 47
mc	43 5	42 40
ap	41 52	39 52
ro	51 34	50 45

Axenverhältniss des Propylimids: 1,8060 : 1 : 1,8821.
- - Allylimids: 1,6654 : 1 : 1,8441.

Es ist nicht uninteressant, dass die Substitution der ungesättigten Allyl- für die gesättigte Propyl-Gruppe, welche praktisch der Entziehung zweier Atome Wasserstoff gleich ist, von einer Verkleinerung der Axe *a* begleitet wird, während das Verhältniss *c* : *b* ungefähr dasselbe bleibt.

Verbindung $C_{21}H_{16}O$

durch Destillation des Dibenzoylcinnamens erhalten.

Schmelzpunkt 92°—93°. Aus Aether umkrystallisirt.

Diese Substanz besteht aus schönen, gelbgrünen, sehr glänzenden

Fig. 30.

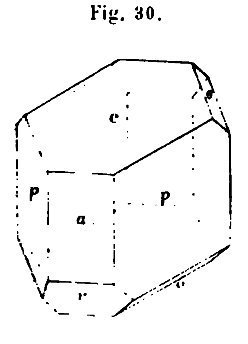
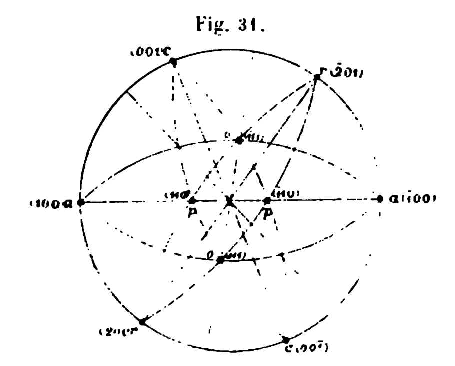


Fig. 31.



Krystallen von 1—4 mm Durchmesser. Viele der Krystalle gaben sehr vollkommene Reflexe.

Krystallsystem: monosymmetrisch.

Axenverhältniss: $a:b:c = 1{,}9640:1:1{,}0331$; $\beta = 67^0\,47'$.

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty P\infty$, $c = \{001\}0P$, $p = \{110\}\infty P$, $o = \{\bar{1}11\}+P$, $r = \{\bar{2}01\}+2P\infty$.

Die Krystalle sind typisch monosymmetrisch ausgebildet. Die Prismenzone, bestehend aus dem Prisma $p\{110\}$ und dem Orthopinakoid $a\{100\}$, ist immer gut entwickelt. Die Basis $c\{001\}$ ist in der Regel die vorherrschende Fläche und giebt häufig den Krystallen ein tafelförmiges Ansehen. Gewöhnlich ist das Orthodoma $r\{\bar{2}01\}$ kleiner als c, zuweilen aber werden Krystalle gefunden, welche die beiden Flächen gleich entwickelt zeigen. Die Flächen der Hemipyramide $o\{\bar{1}11\}$ waren in der Regel sehr schmal, aber manchmal besser ausgebildet.

Die folgenden Messungen wurden erhalten.

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$ap = (100):(110)$	47	60° 9′— 61°48′	61°11′	*
$pp = (110):(\bar{1}10)$	24	57 10 — 58 44	57 38	57°38′
$ac = (100):(001)$	24	67 18 — 68 6	67 44	67 47
$cr = (001):(\bar{2}01)$	21	57 46 — 58 39	58 19	58 14
$ra = (\bar{2}01):(\bar{1}00)$	21	53 36 — 54 19	53 57	53 59
$cp = (001):(110)$	38	79 5 — 79 59	79 30	*
$po = (110):(11\bar{1})$	28	46 59 — 47 31	47 13	47 16
$oc = (11\bar{1}):(00\bar{1})$	28	52 45 — 53 38	53 17	53 14
$ro = (\bar{2}01):(\bar{1}11)$	25	50 46 — 51 51	51 22	51 22
$op = (\bar{1}11):(110)$	25	54 30 — 55 43	55 6	55 6
$pr = (110):(20\bar{1})$	36	73 1 — 73 58	73 32	*
$ao = (100):(\bar{1}11)$	23	95 59 — 96 54	96 24	96 20
$oa = (\bar{1}11):(\bar{1}00)$	20	83 21 — 83 50	83 36	83 40
$oo = (11\bar{1}):(\bar{1}11)$	8	88 40 — 89 1	88 51	88 56
$oo = (\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$	8	90 59 — 91 17	91 9	91 4

Eine Spaltbarkeit geht nach $a\{100\}$ und eine weniger vollkommene nach der Symmetrieebene.

Die optische Axenebene ist die Symmetrieebene. Im convergenten Lichte sieht man durch c eine optische Axe und Ringe. Die Axe ist ungefähr 25° zur Normale auf c geneigt, in der Richtung des Orthopinakoides.

Oxylepidensäure, $C_{27}H_{20}O$.

Schmelzpunkt 174°—175°. Aus Alkohol umkrystallisirt.

Zwei verschiedene Proben wurden untersucht. Die eine war gewöhnliche Oxylepidensäure und die andere bestand aus der sogenannten Isoxylepidensäure, von Zinin beschrieben. Japp und Klingemann hatten aus chemischen Gründen gezeigt, dass die beiden Substanzen wahrscheinlich identisch wären und nicht isomer, wie Zinin vermuthet hatte. Daher war es interessant, zu bestimmen, ob die Krystallformen ebenfalls identisch wären oder nicht.

Die als »Oxylepidensäure« bezeichnete Probe bestand aus sehr kleinen, gelben Prismen, während die als »Isoxylepidensäure« bezeichnete aus ähnlichen Prismen von graulich-grüner Farbe bestand.

Die beiden Proben sind bestimmt krystallographisch identisch, wie leicht aus der Vergleichstabelle der Winkel hervorgeht.

Oxylepidensäure ist eigenthümlich im Habitus. Die Krystalle besitzen die Gestalt eines flachen Prismas, dessen Fläche *c* sehr stark entwickelt ist. Die schmälere Fläche *a* ist so nahe unter 90° gegen *c* geneigt, dass die gemessenen Unterschiede innerhalb der Grenzen der Versuchsfehler fallen. Ausserdem ist die Fläche *r* beinahe genau um 45° gegen *a* und *c* geneigt. Da keine entsprechende Fläche auf der anderen Seite von *c* vorhanden ist, so kann der Krystall nicht holoëdrisch tetragonal sein. Jedoch zeigen die optischen Eigenschaften, dass die Krystalle wirklich zweiaxig sind und dass sie zum monosymmetrischen System gehören. Durch die Fläche *c* als Basis (001) betrachtet, sieht man eine optische Axe mit ihrer Hyperbel und den Ringen in der Symmetrieebene auf der von *r* abgewendeten Seite liegen. Die optische Axenebene ist also die Symmetrieebene.

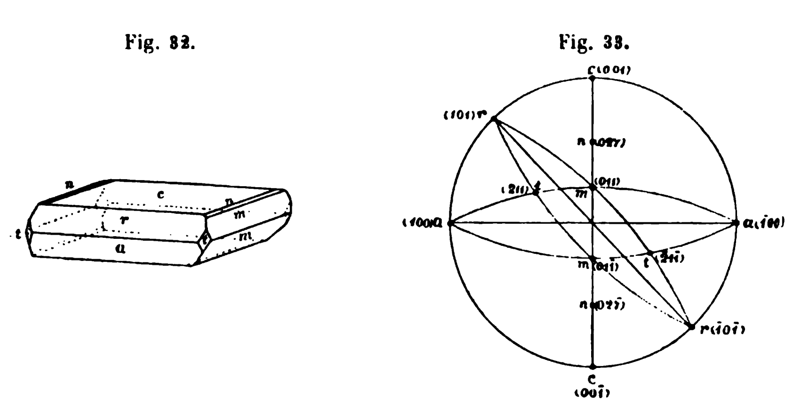


Fig. 32. Fig. 33.

Krystallsystem: monosymmetrisch. Habitus: prismatisch.

Axenverhältniss: $a:b:c = 2,1257:1:2,1425$. $\beta = 89°51'$.

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $c = \{001\}0P$, $r = \{101\} - \bar{P}\infty$, $m = \{011\}\breve{P}\infty$, $n = \{027\}\frac{2}{7}\breve{P}\infty$, $t = \{211\} - 2\bar{P}2$.

Ausser a, r und c ist $m\{011\}$ häufig die einzige noch vorhandene Form. Die Hemipyramide $t\{211\}$ kommt als kleine Abstumpfung der Ecken vor, während $n\{027\}$ als schmale Modification der Kante cm erscheint.

Die folgende Tabelle zeigt die Werthe der verschiedenen Winkel, welche an den als »Oxylepidensäure« und »Isoxylepidensäure?« bezeichneten Proben gemessen wurden.

	An Isoxylepidensäure? gemessen:	Zahl d. Messungen:	An Oxylepidensäure gemessen:	Zahl d. Messungen:	Berechnet:
$ar = (100):(101)$	= 44° 42′	6	44° 40′	2	*
$rc = (101):(001)$	= 45 9	6	45 10	3	*
$ca = (001):(\bar{1}00)$	= 90 7	6	90 10	4	90° 9′
$cn = (001):(027)$	= 31 25	1	—	—	31 27
$nm = (027):(011)$	= 33 46	1	—	—	33 31
$cm = (001):(011)$	= 64 58	5	65 9	5	*
$mm = (011):(01\bar{1})$	= 49 37	2	49 43	2	50 1
$at = (100):(211)$	= 49 31	5	—	—	49 29
$tm = (211):(011)$	= 40 6	5	—	—	40 27
$ma = (011):(\bar{1}00)$	= 89 50	5	—	—	90 4
$rt = (101):(211)$	= 46 33	4	—	—	46 31
$tm = (211):(01\bar{1})$	= 60 23	4	—	—	60 51
$mr = (01\bar{1}):(\bar{1}0\bar{1})$	= 72 27	4	—	—	72 38

Wegen der Unvollkommenheit mancher Flächen sind diese Werthe der Wahrheit nicht näher als 10′ zu betrachten. Die Grenzen der Messungen variirten 20′ auf jeder Seite der angegebenen Mittelwerthe. Die Resultate sind aber ganz entscheidend über die Identität der sogenannten »Isoxylepidensäure« mit der gewöhnlichen »Oxylepidensäure«. Die Anordnung der Flächen war in allen Fällen dieselbe, und die optischen Eigenschaften der zwei Proben waren identisch. An der als »Oxylepidensäure« bezeichneten Probe waren die Formen n und t selten vorhanden; dieses war aber der einzige beobachtete Unterschied.

XXXIV. Zur Kenntniss basaltischer Hornblenden.

Von

C. Schneider in Karlsruhe in B.

(Mittheilungen aus dem mineralog. Laboratorium des Polyt. Karlsruhe. XX.)

Im Folgenden theile ich meine Analysen verschiedener basaltischer Hornblenden mit, sowie die Beobachtungen, welche ich über die Beziehungen zwischen dem Eisenoxydulgehalt derselben und ihrer Auslöschungsrichtung machte. Auf Veranlassung des Herrn Geh. Hofrathes Knop in Karlsruhe erfuhr die Bestimmung der Titansäure besondere Berücksichtigung. Auf die Bestimmung der Zirkonsäure, die vielleicht in Form von Titansäure bestimmt worden sein könnte, habe ich keine Rücksicht genommen, da ich erst später die Bestimmung der Zirkonsäure mit Wasserstoffsuperoxyd richtig zu handhaben lernte*). Verfährt man nach den von Knop mitgetheilten Methoden der Analyse titansäurehaltiger Silicate, so geht man sicher (wie ich mich durch zahlreiche Versuche überzeugen konnte), eine

*) Dass mit Titansäure auch kleine Mengen Zirkonsäure gehen können, darf wohl nicht bezweifelt werden. Bei Analysen von Kaiserstuhler Augiten, Hornblenden und Melaniten hatte ich öfters Ursache zu dem Verdacht, dass sie zirkonsäurehaltig seien. In Bunsen's Laboratorium (vergl. Ann. Chem. 1886) prüfte Herr Bailey den Koppit auf Zirkonsäure, und zwar vermittelst der Methode mit Wasserstoffsuperoxyd, und fand darin einen Gehalt von 3,39 %, welche bei meinen früheren Analysen desselben Minerals mit den Ceroxyden als solche bestimmt waren. Es war zur damaligen Zeit eine Trennung der Zirkonsäure von Niobsäure, Ceroxyden etc. noch nicht bekannt.

Im Verlaufe dieses Sommers arbeitete Herr R. Soltmann aus Berlin im mineralog. Laboratorium unserer Anstalt für den Zweck, sich bezüglich der Bestimmung von Titansäure etc. genauer zu unterrichten. Ich veranlasste Denselben, Analysen von einem Melanit von Oberrothweil im Kaiserstuhl auszuführen. Dieser Melanit ist in bis erbsengrossen Combinationen $\infty O.2O2$, im Phonolith eines Ganges am sog. Kreuzle eingesprengt. Die Analyse von Herrn Soltmann erwies, dass dieser Melanit der titanreichste ist, der bisher untersucht worden. Er enthielt neben 11,01 % Titansäure aber noch 1,28 % Zirkonsäure. Diese wurde mit der Wasserstoffsuperoxyd-Methode gefunden. Weiteres darüber wird Herr Soltmann gelegentlich selbst mittheilen. Knop.

strenge Scheidung der einzelnen Elemente zu erreichen; namentlich werden Titansäure, Thonerde und Eisenoxyd richtig getrennt. Bei der Bestimmung des Eisenoxyduls habe ich das Aufschliessen im Kohlensäurestrom umgangen und das sehr fein gepulverte Analysenmaterial mit Fluorwasserstoff und Schwefelsäure im Platintiegel mit gut schliessendem Deckel über einem kleinen Flämmchen zersetzt. Es ist hierbei keine Oxydation zu befürchten, da die entweichenden Gase das Eindringen der Luft und dadurch verursachte Oxydation des Eisenoxyduls verhindern*). In 5—10 Minuten ist der Aufschluss fertig, so dass man gleich den Tiegel mit Inhalt in ein Becherglas mit heissem Wasser bringen und mit Chamäleonlösung titriren kann. Ein nicht zu grosser Ueberschuss von Flusssäure schadet nichts, wenn sie nur rein ist.

Die Hornblenden wurden gepulvert und geschlämmt, um die feinen erdigen Theile zu entfernen, der Rückstand mit heisser conc. Salzsäure behandelt, um Magneteisen, Titaneisen, Zeolithe, Apatit etc. zu lösen. Hierauf wurde die Säure ausgewaschen, mit Natriumcarbonatlösung erwärmt, um die ausgeschiedene Kieselsäure wegzunehmen, wiederum ausgewaschen und schliesslich mit kalter verdünnter Salzsäure die letzten Theile der gefällten Oxyde entfernt. Erst nachdem das Material unter dem Mikroskope auf seine Reinheit geprüft und die Abwesenheit von Titan- und Magneteisen erkannt worden war, wurde es zur Analyse verwendet. Das spec. Gewicht wurde an dem gleichen Material bestimmt.

Folgende Hornblenden kamen zur Untersuchung:

1. Aus Basalttuff der Goldkaute bei Ortenberg am Südwestabhange des Vogelsberges. Spec. Gew. 3,249.

2. Aus dem Böhmischen Mittelgebirge (genauerer Fundort unbekannt).

3. Härtlingen im Westerwalde. Da meine Analysen wesentlich von derjenigen des von Rammelsberg analysirten Vorkommens abwichen, so hatte Herr Dr. Greim in Darmstadt die Freundlichkeit, mir einige Bruchstücke des von ihm selbst an Ort und Stelle gesammelten Materials zur Vergleichung zu überlassen; die Analyse stimmte mit der des meinigen überein. Spec. Gew. 3,247.

4. Hoheberg zwischen Altenbuseck und Grossenbuseck bei Giessen. Spec. Gew. 3,247.

5. Wolkenburg im Siebengebirge.

6. Laacher See, spec. Gew. 3,245.

Im Anschluss daran gebe ich noch weitere Analysen von Hornblenden. Nr. 7 wird in einem Hornblendeandesitgange am sog. Horberig bei Oberber-

*) Vgl. hierüber: A. Knop, Ueber die Augite des Kaiserstuhlgebirges. Ref. dieser *Zeitschr.* **10**, 70—71.

gen im Kaiserstuhl gefunden, ist von Knop analysirt. Nr. 8 sammelte ich seiner Zeit mit meinem hochverehrten Lehrer Herrn Geh. Rath Streng in Giessen im Hornblendediabas von Gräveneck bei Weilburg. Die von Demselben gefundenen 4,97 % Titansäure führt Scharitzer*) bei Benutzung der Analyse auf die Anwesenheit fremder Titanverbindungen zurück. In Nr. 9 der Hornblende von Jan Mayen hat Scharitzer die Titansäure nicht berücksichtigt. Nr. 10 aus Böhmen ist von Schmidt untersucht, der einen Titansäuregehalt von 0,89 % aufführt.

Analysen.

	I.	II.	III.	IV.	V.
SiO_2	40,66	39,75	40,15	40,14	39,29
TiO_2	4,99	5,40	5,21	4,26	4,86
Al_2O_3	14,89	15,00	14,34	14,30	16,57
Fe_2O_3	10,84	7,86	7,80	7,07	9,18
FeO	0,57	2,89	4,53	6,48**)	3,19
MgO	12,38	14,16	13,14	11,62	10,40
CaO	12,80	12,97	11,75	12,00	12,90
Na_2O	1,59	1,92	2,31	2,22	?
K_2O	1,77	1,61	1.14	1,35	?
	100,49	101,56	100,37	99,44	—

	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
SiO_2	39,05	39,56	41,35	39,16	39,66
TiO_2	4,68	4,58	4,97	—	0,89
Al_2O_3	15,45	15,04	13,48	14,39	14,83
Fe_2O_3	6,39	11,03 (Fe₂O₃ + FeO)	5,14	12,42	12,37
FeO	7,34***)		10,33	5,85	1,97
MnO	—	—	—	1,50	—
MgO	11,28	13,51	11,44	10,52	14,25
CaO	13,75	15,81	10,93	11,18	12,74
Na_2O	1,34	—	2,10	2,48	2,47
K_2O	0,94	—	0,63	2,01	1,25
H_2O	—	—	0,48	0,39	—
	100,22	99,53	100,85	99,90	—

Die Atomverhältnisse gestalten sich folgendermassen:

	I.		II.		III.		IV.		V.	
Si	679	741	663	730	670	735	670	723	656	724
Ti	62		67		65		53		68	
Al_2	146	214	147	196	141	190	140	184	163	221
Fe_2	68		49		49		44		58	

*) N. Jahrbuch f. Min. u. Geol. 1884, 143.

**) Dabei 0,21 % MnO.

***) Dabei 0,31 % MnO.

	I.		II.		III.		VI.		V.	
Fe	8		40		63		91		44	
Mg	310		355		330		291		231	
Ca	229	592	232	674	200	642	215	647	269	(544)
Na_2	26		30		37		36		?	
K_2	19		17		12		14		?	

	VI.		VII.		VIII.		IX.		X.	
Si	652	711	660	717	689	751	653	653	661	672
Ti	59		57		62		—		11	
Al_2	152	192	147		131	163	140	218	144	221
Fe_2	40			69	32		78		77	
Fe	102				144		81		27	
Mn	—		—		—		21		—	
Mg	283		339		286		263		356	
Ca	245	667	283		196	693	200	648	227	663
Na_2	22		—		34		40		40	
K_2	15		—		6		21		13	
H_2	—		—		27		22		—	

Setzen wir die Summe der Sesquioxyde gleich 1, so ergeben sich die Atomverhältnisse:

	RO_2 :	R_2O_3 :	RO
1.	3,46	1	2,81
2.	3,72	1	3,44
3.	3,87	1	3,28
4.	3,91	1	3,53
5.	3,22	1	—
6.	6,77	1	3,47
7.	—	1	—
8.	4,61	1	4,25
9.	3,00	1	3,07
10.	3,04	1	3,00

Die Resultate meiner Analysen müssen genommen werden, wie sie sind, da ich bemüht war, die einzelnen Elemente scharf zu scheiden und so genau als thunlich zu bestimmen. Trotzdem ich aber ein grosses Vertrauen zu ihrer Zuverlässigkeit und Richtigkeit hege, lässt sich nicht leicht ein Gesichtspunkt finden, unter dem man diese Hornblenden auf Grund ihrer Atomverhältnisse einheitlich zusammenfassen kann, wie man die Elemente auch gruppiren mag. A. Streng's Analyse habe ich aufgeführt, weil ich im Besitze des gleichen Materials bin und die Titansäure hier volle Berücksichtigung erfahren hat. Analysen 9 und 10 entsprechen fast genau der Formel $R_3 R_2 Si_3 O_{12}$ und sind von Scharitzer als die einzig bekannten *Vertreter des* Endgliedes der Amphibolreihe aufgefasst worden. Rammels-

berg*) hat seine Betrachtungen auch auf die Pyroxene ausgedehnt. Bemerkenswerth ist, dass, wenn ich in meinen Analysen die Titansäure zu den Sesquioxyden zähle, sich das Verhältniss der Kieselsäure zu den Sesquioxyden und Monoxyden in Nr. 2, 3, 4 und 6 folgendermassen gestaltet:

2,87 : 1 : 2,97
3,00 : 1 : 2,89
3,18 : 1 : 3,07
2,95 : 1 : 3,02 oder
im Mittel 3,00 : 1 : 2,99

also fast genau wie in Nr. 9 und 10 der Formel $R_3 Al_2 Si_3 O_{12}$ entsprechend. Zu einer derartigen Gruppirung liegt indessen kein Grund vor.

Viel wichtiger ist es mir, hier festzustellen, dass die basaltischen Hornblenden im grossen Ganzen eine ausserordentliche Uebereinstimmung in den einzelnen Elementen zeigen, wenn man vom Eisenoxyd- und Oxydulgehalte absieht. Auch der Gesammteisengehalt bewegt sich nur innerhalb enger Grenzen. Ich will auch noch darauf hinweisen, dass die Zusammensetzung mancher Laven mit den angeführten Analysen in gutem Einklange steht.

	Leucitbasalt von Ulrichstein:	Basalt von Härtlingen:	Hornblende von Härtlingen:
SiO_2	41,13	44,14	40,15
TiO_2	—	1,34	5,21
Al_2O_3	18,18	14,67	14,34
Fe_2O_3	4,79	13,07	7,80
FeO	7,69	4,78	4,53
MgO	10,59	7,23	13,14
CaO	13,20	10,86	11,74
Na_2O	2,00	3,25	2,31
K_2O	1,59	1,54	1,41
H_2O	—	1,89	—
P_2O_5	—	0,80	—

Das ganze Aussehen der basaltischen Hornblenden, der eigenthümliche Glanz der Spaltflächen, die zum Theil abgerundeten Formen der Einsprenglinge, die mit ihren angeschmolzenen Kanten und Ecken mitunter in Blasenräume ragen und den Eindruck machen, als seien sie wieder theilweise von dem Gesteinsmagma aufgelöst worden, legen die Vermuthung nahe, dass diese Hornblenden nicht mehr unverändert sind.

Um darüber Aufschluss zu erhalten, habe ich Proben derselben der Einwirkung überhitzten Wasserdampfes bei Rothglühhitze ausgesetzt. Die tiefschwarzen Spaltungsstücke der Hornblende von Altenbuseck wurden in

*) Rammelsberg, Mineralchemie. Ergänzungsheft zu

ihrem ganzen Aussehen denjenigen des Ortenberger und Böhmischen Vorkommens ähnlich. Nach dem Glühen im Wasserdampf betrug der Eisenoxydulgehalt nur noch 1,37 % gegen 6,27 % vorher. Die Auslöschungsschiefe war gleich Null geworden. Vor dem Glühen war das feingepulverte Material grau, nachher gelbbraun.

Vor dem Glühen betrug der Eisenoxydulgehalt und die Auslöschungsschiefe auf dem Prisma der einzelnen Hornblenden:

Laacher See	7,03 %	$8\frac{1}{2}°$
Altenbuseck	6,27	6—8
Härtlingen	4,53	2—4
Wolkenburg	3,19	1—3
Böhmen	2,89	1
Ortenberg	0,57	0

Nach längerem Glühen aller dieser Varietäten war die Auslöschungsrichtung gerade geworden und alles Eisenoxydul war bis auf einen kleinen Rest in Oxyd übergegangen. Alle Hornblenden zeigten nun eine starke Absorption des Lichtes und waren ausserordentlich dichroitisch geworden, genau wie die von Ortenberg und Böhmen schon an und für sich waren.

Damit dürfte eine begründete Erklärung für das auffällig wechselnde Verhältniss zwischen Eisenoxydul und Oxyd gegeben sein. Zugleich wird dadurch Licht auf die Beobachtungen von Wiik*) geworfen, der sich genöthigt sah, in der Pyroxengruppe einen basaltischen Augit zu unterscheiden, wie man schon lange eine basaltische Hornblende unterschieden hatte. Beide Glieder der Amphiboloidfamilie wollten sich nicht mit den Beziehungen zwischen Zusammensetzung und optischen Eigenschaften der übrigen in Einklang bringen lassen.

Wenn Scharitzer und Rammelsberg die Hornblenden von Jan Mayen und Böhmen als Endglied der Amphiboloide ansehen und mit einem besonderen Namen belegen, so kann ich nach dem oben Mitgetheilten dieselben nur als verschiedene Stadien einer wahrscheinlich durch vulkanische Wasserdämpfe erzeugten Umwandlung ansehen, welche den Eisenoxydulgehalt des ursprünglichen Minerals in Eisenoxyd umzuwandeln befähigt war.

*) Diese Zeitschrift 1883, 7, 78 und 1884, 8, 204.

XXXV. Mineralogische Mittheilungen

von

F. A. Genth in Philadelphia.

Mit krystallographischen Notizen von **S. L. Penfield** in New-Haven.

(Mit 2 Textfiguren.)

In nachstehenden Mittheilungen geben wir die Resultate der Untersuchung einiger hervorragenden Exemplare der interessanten Eisensulfate von der Mina de la Compania bei Sierra Gorda in der Provinz Tocapilla (Chili), ungefähr 125 Meilen von Antofagasta im Innern gelegen. Die betreffenden Stücke wurden unlängst durch Herrn Professor Henry A. Ward von dort mitgebracht und befinden sich nun in dem Cabinet des Herrn Clarence S. Bement in Philadelphia, der uns dieselben in zuvorkommendster Weise zur Verfügung stellte.

Fig. 1. Fig. 2.

1. Amarantit [A. Frenzel*)].

Die Krystallform ist asymmetrisch, übereinstimmend mit der an Spaltblättchen ausgeführten optischen Bestimmung von E. A. Wülfing**). Der Habitus der Krystalle, von welchen manche doppelendig sind, ist dünnprismatisch; in der verticalen Zone zeigen sie wesentlich nur die beiden Pinakoide a und b entwickelt, während die Enden von einer Reihe glänzender Flächen begrenzt sind. Einzelne Krystalle sind häufig 10 mm lang und

*) Tschermak, Min. u. petr. Mitth. 1888, **9**, 398. Ref. in dies. Zeitschr. **18**, 532.
) Ebenda 1888, **9, 402. Ref. in dieser Zeitschr. **18**, 532.

von 1 mm Durchmesser, der Querschnitt ist bei manchen fast quadratisch, andere sind dagegen nach dem Pinakoid a mehr tafelig. Die beobachteten Formen sind:

$a\{100\}\infty\bar{P}\infty$,	$d\{011\},\breve{P}'\infty$,	$x\{101\}'\bar{P}'\infty$,
$b\{010\}\infty\breve{P}\infty$;	$e\{0\bar{1}1\}'\breve{P},\infty$,	$p\{1\bar{1}1\}'P$,
$c\{001\}0P$;	$f\{0\bar{2}1\}2'\breve{P},\infty$,	$o\{\bar{1}11\},P$,
$M\{1\bar{1}0\}\infty',P$,	$h\{0\bar{1}2\}\frac{1}{2}'\breve{P},\infty$,	$n\{121\}2\breve{P}'2$.

Die zu Fundamentalwerthen ausgewählten Messungen sind:

$c:a = (001):(100) = 88^\circ 53'$ $\quad a:p = (100):(1\bar{1}1) = 57^\circ 48'$

$c:b = (001):(010) = 84^\circ 16'$ $\quad a:e = (100):(0\bar{1}1) = 92^\circ 48'$

$c:e = (001):(0\bar{1}1) = 31^\circ 25'$

hieraus berechnen sich die Grunddimensionen:

$$a:b:c = 0{,}76915:1:0{,}57383,$$
$$\alpha = 95^\circ 38'\, 16''$$
$$\beta = 90^\circ 23'\, 42''$$
$$\gamma = 97^\circ 13'\, 4''$$

Von weiteren Messungen seien noch die folgenden wichtigeren mitgetheilt:

		Gemessen:	Berechnet:
$c:M$	$= (001):(1\bar{1}0)$	$= 92^\circ 31'$	$92^\circ 48'$
$c:p$	$:(1\bar{1}1)$	$= 42\ 45$	$42\ 46$
$c:o$	$:(\bar{1}11)$	$= 40\ 15$	$40\ 18$
$b:p$	$= (0\bar{1}0):(1\bar{1}1)$	$= 72\ 53$	$73\ \ 2$
$p:x$	$= (1\bar{1}1):(101)$	$= 25\ 59$	$26\ \ 0$
$c:x$	$= (001):(101)$	$= 36\ 26$	$36\ 25$
$x:n$	$= (101):(121)$	$= 38\ 24$	$38\ 26$
$c:d$	$= (001):(011)$	$= 28\ 32$	$28\ 33$
$c:h$	$:(0\bar{1}2)$	$= 16\ 25$	$16\ 30$
$c:f$	$:(0\bar{2}1)$	$= 52\ 27$	$52\ 28$
$a:b$	Spaltflächen	$= 82\ 39$	$82\ 42$

Die Pinakoide a und b sind vertical gestreift und in Combination mit Vicinalflächen, so dass in der Verticalzone keine genauen Messungen möglich sind. Dagegen gaben die Endflächen, trotz ihrer geringen Grösse, sehr gute Reflexe, wie aus der sehr guten Uebereinstimmung der gemessenen und berechneten Winkelwerthe ersichtlich ist. Die Spaltbarkeit ist eine sehr vollkommene parallel den beiden Pinakoiden $a\{100\}$ und $b\{010\}$. Radiale, blättrige, krystallinische Massen, in welcher Form das Mineral ebenfalls vorkommt, zeigen zuweilen 35 mm lange und 8—10 mm breite Spaltflächen. Der oben gegebene Winkel $82^\circ 39'$ zwischen den beiden Pinakoiden wurde an solchem Materiale gemessen, die Reflexe der beiden *Spaltflächen* waren sehr scharf und distinct. Wülfing (l. c.) giebt für zwei

Flächen in der prismatischen Zone (von denen er nicht bemerkt, ob es Spaltungsflächen waren) die Winkel 81° 53′, 82° 11′, 82° 38′ und 83° 11′.

Die Farbe des Minerals ist bräunlichroth, amarantroth. Die optischen Eigenschaften entsprechen der von Wülfing gegebenen Beschreibung. Krystalle oder Spaltblättchen parallel $a\{100\}$ zeigen im Polarisationsmikroskope eine braunrothe Farbe und nur geringe Wirkung auf paralleles polarisirtes Licht; im convergenten polarisirten Lichte erscheint dagegen eine optische Axe, welche nur wenig von der Mitte des Gesichtsfeldes abweicht, sowie Theile des Ringsystems der andern Axe. Die Ebene der optischen Axe bildet einen Winkel von ungefähr 38° mit der Verticalaxe, ihre Trace auf (100) verläuft von rechts oben nach links unten. Der Pleochroismus ist nicht sehr stark, die Farbe ist dunkler in der Richtung der Ebene der optischen Axen als senkrecht dazu. Ein solches Spaltblättchen wurde benutzt, um den Axenwinkel zu messen, da es, trotzdem die spitze Bisectrix nicht darauf senkrecht steht, eine Messung des scheinbaren Axenwinkels in Luft erlaubte, welcher sehr charakteristisch ist.

$2E$ Natriumlicht: 63° 3′
$2E$ Lithiumlicht: 59° 3′

Für grünes Licht war die Platte so gut wie undurchsichtig. Bemerkenswerth ist die starke Dispersion der optischen Axen $\varrho < v$. Schnitte parallel dem Pinakoid $b\{010\}$ zeigen unter dem Mikroskope eine starke Wirkung auf das polarisirte Licht und eine Auslöschungsschiefe von 16°—17° gegen die Verticalaxe im spitzen Winkel β, oben hinten. Der Pleochroismus ist sehr ausgeprägt, bräunlich parallel der Auslöschungsschiefe von 16° und blasscitrongelb dazu senkrecht. Im convergenten polarisirten Lichte ist keinerlei Interferenzerscheinung zu bemerken. Härte 2,5, spec. Gew. 2,286.

Der Amarantit wird begleitet, und ist zuweilen darin eingewachsen, von einem feinfaserigen orangerothen Mineral, wahrscheinlich Sideronatrit, ferner von geringen Mengen Limonit und Quarz. Zur Analyse wurde nur Material aus den besten blättrigen Massen ausgesucht; dasselbe scheint durch Spuren von Eisenhydroxyd leicht verunreinigt zu sein. Das feine Pulver wird in kaltem Wasser allmählich zersetzt unter Bildung eines unlöslichen, basischen Salzes. Die Analyse gestaltet sich, nach Abzug des Quarzes, folgendermassen.

	I.		II:	III.	Mol.-Verh.:		Berechnet:
H_2O	—	bei 110° 12,17	63,45 (H₂O + SO₃)	28,29	1,570	7	28,250
SO_3	35,46			—	0,443	2	35,875
Fe_2O_3	37,46		37,09	—	0,234	1,05	35,875
CaO	Spur		0,09	—			
Na_2O	0,59		—	—			
K_2O	0,11		—	—			

Die Analyse führt auf die Formel $Fe_2S_2O_9 + 7H_2O$. Bei 110° werden drei Moleküle Wasser abgegeben.

Zum Vergleiche seien noch die Analysen von A. Frenzel (l. c.), J. B. Mackintosh (siehe Ref. am Schlusse d. Heftes) und L. Darapsky (N. Jahrb. f. Min. 1890, **1**, 55) beigefügt.

	Frenzel:	Mackintosh:	Darapsky:	Berechnet:
H_2O	27,62	[27,44]	28,33	28,26
SO_3	35,58	36,15	36,20	35,87
Fe_2O_3	37,26	35,69	35,62	35,87
Al_2O_3	—	0,21	—	—
Na_2O	—	0,51	—	—

Nach Mackintosh werden 3,48 Moleküle Wasser bei 110° ausgetrieben.

2. Sideronatrit, A. Raimondi*).

Das von uns untersuchte Material besteht aus zuweilen 70—80 mm dicken Massen eines feinfaserigen Minerales von hellorange bis strohgelber Farbe. Die feinen Splitter oder prismatischen Kryställchen scheinen bei mikroskopischer Betrachtung auf einer Spaltfläche zu liegen und zeigen eine Auslöschung parallel ihrer längeren Axe. Der Pleochroismus ist schwach, blass strohgelb für parallel der längeren Axe schwingende Strahlen und beinahe farblos senkrecht dazu. Im convergenten polarisirten Lichte zeigen die kleinen Splitter undeutlich eine stumpfe Bisectrix, die Ebene der optischen Axen parallel der längeren Axe liegend, welche zugleich Axe der kleinsten Elasticität ist. Diese optischen Eigenschaften weisen auf rhombische Symmetrie, während Raimondi die Krystallisation als wahrscheinlich monosymmetrisch betrachtet. Härte 1,5; spec. Gew. 2,355.

Vergesellschaftet mit dem Sideronatrit, und zuweilen Adern von 10 bis 20 mm Dicke in demselben bildend, ist ein graulichweisses, blättriges Mineral, Ferronatrit, das auch sehr oft der ganzen Masse des Sideronatrits in Form winziger weisser Partikel beigemengt ist. Wenn nicht der Unterschied in der Farbe der beiden Mineralien vorhanden gewesen wäre, würde es unmöglich gewesen sein, den Sideronatrit in hinreichend reinem Zustande zur Analyse zu erhalten.

Kaltes Wasser zerlegt ihn in ein unlösliches, basisches Ferrisulfat. Die Analyse ergab: I bis V, Nr. VI Raimondi's Analyse nach Abzug von 4,26 % Verunreinigung.

*) S. Ref. dieser Zeitschr. 1882, **6**, 633.

	I.		II.	III.		IV.	V.	VI.
H_2O	bei 110° 9,42	61,61 (H₂O + SO₃)	[17,05]	bei 110° 9,47	61,34 (H₂O + SO₃)	[16,67]	17,77	16,02
SO_3			44,02			44,41	—	45,16
Fe_2O_3		21,63	22,54		21,24	21,66	—	22,55
CaO		nicht best.	nicht best.		nicht best.	—	—	—
Na_2O		16,32	16,39		15,91	16,04	—	16,27
		99,56	100,00		98,49	100,00		100,00

	Mittel:	Molekul.-Verhältniss:			Berechnet:
H_2O	17,07	0,948	7	oder 7	17,26
SO_3	44,22	0,533	3,92	- 4	43,84
Fe_2O_3	21,77	0,136	1	- 1	21,92
Na_2O	16,39	0,264	1,94	- 2	16,98

Diese Zahlen führen auf die Formel: $2Na_2SO_4 . Fe_2S_2O_9 + 7H_2O$. Der Wasserverlust bei 110° beträgt 4 Moleküle.

3. Ferronatrit, J. B. Mackintosh*).

Das Mineral besteht aus spaltbaren Massen von weisser bis grauer Farbe (deutliche Krystalle wurden nicht beobachtet), welche der Spaltbarkeit und den optischen Eigenschaften zufolge dem hexagonalen Krystallsysteme angehören müssen. Die Spaltbarkeit ist vollkommen nach einem Prisma, dessen Winkel an sehr ebenen Spaltflächen und bei sehr scharfen Reflexen zu 60° 2′, 59° 58′ und 60° 5′ gemessen wurde; eine Anzahl weiterer Messungen ergab ebenfalls Werthe um 60°. Ein Schliff senkrecht zur Verticalaxe zeigt im polarisirten convergenten Lichte die Interferenzfigur eines einaxigen Minerals und bei Anwendung der Viertelundulationsglimmerplatte positive Doppelbrechung. Ein parallel der Hauptaxe geschnittenes Prisma gab für gelbes Licht folgende Brechungsindices: $\omega = 1,558$, $\varepsilon = 1,613$, eine besonders starke, positive Doppelbrechung anzeigend. Etwas Originalmaterial, welches uns Herr Mackintosh zum Vergleich überliess, schien mit dem unsern identisch, ausgenommen, dass es in radialen prismatischen, an Wavellit erinnernden Krystallen ausgebildet ist. Härte 2,5, spec. Gew. 2,547 und 2,578.

Die chemische Analyse des reinsten Materiales ergab:

	I.	II.	III.	IV.	Mittel:	Molek.-Verh.:	
H_2O	62,96 (H₂O + SO₃)	63,58 (H₂O + SO₃)	11,62	12,15	11,89	0,66	6
SO_3			51,27	51,33	51,30	0,64	6
Fe_2O_3	17,32	17,20	17,30	17,36	17,30	0,11	1
CaO	0,22	nicht best.	—	—	—	—	—
Na_2O	19,63	20,01 (Na₂O + K₂O)	20,15		19,95	0,32	3
K_2O	0,16						
	100,29						

entsprechend der Formel: $3Na_2SO_4 . Fe_2S_3O_{12} + 6H_2O$.

*) Amer. Journ. of Sc. 1889 (3), 38, 244. Ref. am Schlusse dieses Heftes.

	Berechnet:	Mackintosh's Analyse:
H_2O	11,56	11,14
SO_3	51,39	50,25
Fe_2O_3	17,13	17,23
Na_2O	19,92	18,34
K_2O	—	0,40
Al_2O_3	—	0,43
SiO_2, unlösl.	—	2,00
		99,79

Wie Mackintosh fand, verliert das Mineral 5½ Moleküle Wasser bei 110°. Unser Material verlor in feingepulvertem Zustande nach zweistündigem Erhitzen auf 100° C. nur 0,28% (0,72 g verloren 0,0020 g).

4. Utahit (?).

Unter einer Anzahl Mineralien, welche die Herren G. L. English & Co. auf der Mimbres Mine bei Georgtown, New Mexico, gesammelt hatten, befanden sich winzige, bräunlichweisse, unter dem Mikroskope anscheinend hexagonale Blättchen vom Aussehen des Utahit.

Dieselben sind gemengt mit sehr viel Quarz, Vanadinit und Descloizit. Nach Weglösung der Vanadate und anderer Verunreinigungen mit verdünnter Salpetersäure hinterblieben die hexagonalen Blättchen in ziemlich reinem Zustande, aber gemengt mit einer beträchtlichen Quantität Quarz. Das so erhaltene Material wurde in zwei Portionen getheilt, welche zusammen 0,2792 g wogen.

0,1983 g gaben 31,82% Quarz, nach dessen Abzug der Rest lieferte 26,85% Glühverlust und 55,10% Eisenoxyd.

0,0809 g gaben 29,03% Quarz und nach Abzug 27,16% SO_3 und 56,49% Fe_2O_3.

Der Glühverlust ist beinahe entsprechend der gefundenen SO_3 in der zweiten Portion, was anzudeuten scheint, dass das Mineral kein Wasser, sondern nur Schwefelsäure enthält. Das Verhältniss von SO_3 : Fe_2O_3 wäre

in der 1. Portion: 0,336 : 0,344 = 1 : 1,
in der 2. Portion: 0,339 : 0,353 = 1 : 1,

so dass die Zusammensetzung des Eisensulfates sein würde: $Fe_2O_3SO_3$ oder Fe_2SO_6.

Was die übrigen 17—18% waren, konnte in Folge der geringen Menge Substanz nicht bestimmt werden. Wir hoffen indessen mehr Material sowohl dieses Minerals von der Mimbres Mine als auch eine genügende Menge *von Utahit* für eine neue Analyse zu erhalten.

5. Pikropharmakolith von Joplin, Mo.

Das Mineral wurde mir von Herrn Ed. D. Drown übergeben, welcher dasselbe, als von Joplin, Mo., stammend, erhalten hatte. Es bildet 2—15 mm dicke Ueberzüge auf einem grobkörnigen, spaltbaren Dolomit und besteht aus radialen, seidenartigen Fasern, welche zu traubigen, kugeligen und warzenförmigen Aggregaten vereinigt sind. Das Aussehen dieser Incrustationen sowohl, als die Resultate der Analyse weisen darauf hin, dass wahrscheinlich ein Gemenge von mehreren Varietäten desselben Minerals vorliegt, jedoch hatte ich kein Mittel dieselben zu trennen.

Am einheitlichsten erscheinen traubenförmige Krusten von 2—3 mm Dicke, bestehend aus radialen, seidenartigen Fasern in kugeliger Aggregation; Analysen unter Ia und b. In den Hohlräumen der Incrustationen finden sich sehr zarte, seidenglänzende Fasern von 2—3 mm Länge, oder die Kügelchen sind bedeckt mit sehr winzigen, nadelförmigen Krystallen. Analysen traubenförmiger Krusten mehr oder minder gemengt mit nadeligen Krystallen unter IIa, b, c. Analyse III bezieht sich auf radiale, seidenglänzende Gruppen eines anderen Theiles des Stückes, nachdem das Pulver ungefähr einen Monat über Schwefelsäure gestanden hatte. Das Material für jede Probe wurde sorgfältigst gepulvert und auf diese Weise die Gleichförmigkeit gesichert.

I. Spec. Gew. in Alkohol 2,583. Die Analysen ergaben:

	a.	b.	Mittel:	Molek.-Verhältniss:	
Unlöslich	0,17	0,16	—	—	—
Verlust bei 100°	11,60	—	—	—	—
Verlust beim Glühen	11,44	23,17	23,11	1,284	6,2
CaO	22,40	22,44	22,42	0,404	1,95
MgO	6,60	6,68	6,64	0,164	0,79
MnO_2	0,21	0,31	—	—	—
As_2O_5	47,48	47,73	47,60	0,207	1,0
	99,90	100,49	99,77		

Aus den Zahlen ist ersichtlich, dass eine geringe Menge basischen Wasserstoffs an Stelle von Ca und Mg zugegen ist; unter Berücksichtigung dieses erhält man folgende, mit den Resultaten der Analysen nahe übereinstimmende Formel: $(H_2CaMg)_3As_2O_8 + 6H_2O$, das ist die Zusammensetzung des Pikropharmakoliths.

6,00 H_2O	108	22,34
0,25 H_2O basisch	4,5	0,93
1,95 CaO	109,2	22,59
0,79 MgO	31,6	6,54
1,00 As_2O_5	230	47,60
	483,3	100,00

II. Analysen von Krusten, gemengt mit kugeligen Aggregaten.

	a.	b.	c.	d.	Mittel:	Molek.-Verh.:	
H_2O	—	24,38	24,11	24,25	24,58	1,35	6,5
CaO	20,29	19,78	19,27	19,22	19,64	3,51	1,7
MgO	8,35	8,15	8,67	8,48	8,41	2,10	1
MnO_2	0,14	0,29	0,41	0,29	—	—	—
As_2O_5	47,74	—	—	—	47,74	2,08	1
					100,37		

Diese Analysen zeigen ebenfalls, wie die beiden ersten, eine Ersetzung von Calcium durch Wasserstoff und ferner einen grösseren Procentgehalt an Magnesia, stimmen aber mit der Formel des Pikropharmakolith überein.

III. Das Material zur Analyse III wurde, in Folge einer Unterbrechung der Arbeit, einen Monat über H_2SO_4 stehen gelassen. Wie aus untenstehender Analyse ersichtlich, enthält es einen noch grösseren Procentsatz Magnesia und hat beim Stehen im Exsiccator eines von den sechs Molekülen Wasser verloren.

	a.	b.	Mittel:	Molek.-Verhältniss:	
H_2O	20,50	20,19	20,35	1,13	5,14
CaO	17,31	16,87	17,09	0,31	1,41
MgO	11,61	11,48	11,54	0,29	1,32
MnO_2	0,29	0,34	—	—	—
As_2O_5	50,60	50,51	50,56	0,22	1
	100,28	99,39	99,54		

6. Pitticit.

Auf der Clarissa-Mine, Tintic-District, Utah, fand sich ein Mineral in kryptokrystallinischen Massen, reichlich mit Limonit untermengt, bestehend in einem Ueberzuge aus winzigen, traubenförmigen Gruppen, selten über 1 mm Grösse, und mit glänzender Oberfläche; Härte = 3,5. Harz- bis Wachsglanz, Farbe braun bis dunkel gelbbraun. Das Material zur Analyse konnte nur mit grosser Schwierigkeit ausgelesen werden; die Analyse ergab:

Unlösliches Fe_2O_3	4,08
SiO_2	1,92
H_2O	18,24
As_2O_5	39,65
SO_3	1,14
CuO	1,17
Fe_2O_3	33,89
	100,09

Wie ersichtlich, ist das Mineral kein Gemenge von Ferrisulfaten und Arseniaten wie die deutschen Varietäten. Die geringe Menge Schwefel-

säure, welche die Analyse ergab, ist fast genau nöthig für das Kupferoxyd, um Kupfervitriol zu bilden. Nach Abzug desselben, sowie des Quarzes und unlöslichen Eisenoxyds als Limonit, ist die Zusammensetzung:

			Verhältniss:	Berechnet:	Reines Mineral:
H_2O	17,64	0,98	5,7 oder 23	17,46	19,40
As_2O_5	39,65	0,172	1 - 4	38,80	43,11
Fe_2O_3	33,89	0,212	1,23 - 5	33,74	37,49
			Verunreinigung	9,00	
				100,00	100,00

entsprechend der Formel $4(Fe_2As_2O_8).Fe_2(OH)_6 + 20H_2O$.

7. Sog. Gibbsit von Chester Co., Pa., ein Phosphat.

Hermann (Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou. No. 4, 1868, 496) veröffentlichte 1868 eine Analyse eines perlgrauen Minerals, welches als feiner Ueberzug auf Brauneisenerz an der Wavellit-Fundstelle bei White Horse Station, Chester Co., Pa., gefunden worden war. Er gab folgende Zusammensetzung dafür: Al_2O_3 63,84, H_2O 33,45, SiO_2 1,50, P_2O_5 0,91 und Spuren von MgO und Fe_2O_3.

Nach einigen Vorversuchen, welche ich angestellt hatte, schien es mir wahrscheinlich, dass aller sogenannte Gibbsit von dieser Localität ein Phosphat ist. Er bildet feine, perlfarbige Schuppen und sehr dünne, aus solchen bestehende Incrustationen auf Wavellit und Limonit. Obgleich ich reichlich mit Material versehen war, konnte ich dennoch nur von etwa einem halben Dutzend Handstücken Quantitäten erhalten, welche von 0,07 bis 0,27 g schwankten und welche so wenig übereinstimmende Resultate ergaben, dass ich zu keinem definitiven Resultate bezüglich der Zusammensetzung gelangen konnte. Die Mengen der verschiedenen Bestandtheile ergaben sich wie folgt:

Al_2O_3	von 34,60	36,28	37,51	38,09	41,25	42,64
P_2O_5	- 27,77	28,71	29,13	32,51	33,29	35,88
H_2O	- 26,82	27,77	28,40	29,59	30,29	30,37

Wie ersichtlich, ist der einzig zulässige Schluss, welcher zur Zeit hieraus gezogen werden kann, der, dass der »Gibbsit« genannten Fundortes ein wasserhaltiges Aluminium-Phosphat von unbekannter Formel ist.

8. Atakamit.

Mit den unter Nr. 1, 2 und 3 erwähnten Ferrisulfaten aus der Nähe von Sierra Gorda, Chili, fanden sich auch schöne Stücke von Atakamit, sowohl in vollkommenen Krystallen als in Gruppen von blättrigen Krystallen,

mit Spaltflächen von 10×15 mm. Farbe tiefgrün; spec. Gew. 3,740 Prof. Ward, welcher dieselben mitgebracht hatte, überliess mir gefälligs einige dieser Gruppen zur chemischen Untersuchung, welche ergab:

					Verhältniss:	
Cl	16,18	oder	$CuCl_2$	30,58	0,228	1
CuO	73,93	-	CuO	55,91	0,630	3
H_2O	13,58	-	H_2O	13,58	0,754	3
	103,69					
O für Cl	— 3,64					
	100,05					

Diese Werthe stimmen genau mit der Formel $CuCl_2 . 3Cu(OH)_2$.

XXXVI. Ueber den Ferronatrit.

Von

A. Arzruni in Aachen und **A. Frenzel** in Freiberg i. S.

Chemischer Theil (von A. Frenzel).

Unter dem Namen »Ferronatrit« beschrieb J. B. Mackintosh*) ein Eisennatriumsulfat, welches mit anderen Eisensulfaten an einer nicht näher bezeichneten Fundstätte in Chile vorkommt und sich als ein neues Mineral ergeben hatte. Nach der Beschreibung, welche Mackintosh von diesem Ferronatrit gab, stimmten dessen Eigenschaften gar nicht mit denen eines Minerals von einem anderen Vorkommen**) überein, das sich jetzt nachträglich als ident mit dem Ferronatrit herausstellte. Da die von mir ausgeführte Analyse im Wassergehalte ein von dem durch Mackintosh erzielten abweichendes, aber leider nicht richtiges Resultat ergeben hatte, so war ich der Ueberzeugung, dass mein Mineral mit jenem Ferronatrit nicht vereinigt werden könne, sondern wiederum ein neues Eisennatriumsulfat sei, für welches ich den Namen »Gordaït« vorschlug***).

Mackintosh gab an, dass dem Ferronatrit bei 110° C. $5\frac{1}{2}$ Molekel Wasser entweichen, während bei dem Gordaït bei 100° C. kein Wasser fortging. Der Ferronatrit, wie ihn Mackintosh beschreibt, kommt vor in sternförmigen Gruppen und Kugeln von blass weisslichgrüner Farbe, ähnlich dem Wavellit, vergesellschaftet mit Copiapit und Coquimbit. Der Gordaït fand sich in Sideronatrit eingewachsen in breittafeligen, vollkommen spaltbaren Massen von weisser Farbe, dem Wavellit nicht im Entferntesten ähnlich. An den Kryställchen konnte ich wohl eine Neigung der Basis nicht wahrnehmen, indessen erhielt ich Spaltblättchen, an welchen sich zwei Richtungen unter rechtem Winkel schnitten.

Wie sich nun herausgestellt hat, krystallisirt der Ferronatrit hexagonal-rhomboëdrisch. Das Mineral spaltet jedoch nach dem ersten und zweiten

---

*) Amer. Journ. of Sc. 1889 (3), **38**, 244. Ref. am Schlusse des Heftes.

**) Grubengebiet Sierra Gorda bei Caracoles, Chile.

***) Tschermak's Miner. u. petrogr. Mitth. 1890, **11**, 218.

Prisma, wodurch sich die Rechtwinkligkeit der Spaltblättchen ergiebt. Die Spaltbarkeit nach dem ersten Prisma ist eine vollkommene, nach dem zweiten Prisma weniger vollkommen, doch immer noch sehr deutlich.

Mittlerweile haben auch F. A. Genth und S. L. Penfield*) die chilenischen Eisensulfate beschrieben. Nach Einsicht dieser vorzüglichen Arbeit stellte sich sofort die Identität des Ferronatrit mit dem Gordaït heraus, da nach Genth's Angabe bei 100° C. 0,28 % Wasser entwichen, was ich genau auch gefunden hatte. Diese 0,28 % hielt ich indessen nicht für gebundenes Wasser, sondern für Feuchtigkeit. Ich war ausserdem in dem Irrthum befangen, dass bei 300° C. sämmtliches Wasser entweicht, während ein Theil desselben erst bei einer noch höheren Temperatur fortgeht.

Eine neue Analyse ergab als Zusammensetzung:

Schwefelsäure	50,85
Eisenoxyd	17,69
Natron	20,22
Wasser	11,90
	100,66

Dieser Zusammensetzung entspricht die Formel:

$$3Na_2SO_4 . Fe_2S_3O_{12} + 6H_2O,$$

welche verlangt:

$6SO_3$	480	51,39 %
Fe_2O_3	160	17,13
$3Na_2O$	186	19,92
$6H_2O$	108	11,56
	934	100,00

Der Bezeichnung »Ferronatrit« gebührt die Priorität.

Krystallographischer Theil (von A. Arzruni).

Bereits in seiner ersten Notiz über den Gordaït (jetzt Ferronatrit) hatte Herr Frenzel (l. c.) das Auftreten von Krystallen dieses Salzes erwähnt. Er war nun so freundlich, mir einige kleine Stufen mit schön ausgebildeten Krystallen zur Untersuchung zu senden.

Die Krystalle des Ferronatrit sitzen auf einer Kruste von Jarosit (?) oder auf einer Unterlage von Sideronatrit und sind entweder kurzsäulenförmig oder nadelförmig. Ihre Farbe entspricht Radde's 35 *p* (»Gelbgrau«). Die krystallinischen Partien von der Farbe Radde 36 *t* (»Gelbgrüngrau«) bis 37 *s* (»Grüngrau«), mit vollkommener Spaltbarkeit und Perlmutterglanz auf den Spaltungsflächen versehen, durchziehen oft gangförmig oder als Schnüre das Gemenge der anderen Sulfate, die Kluftwände verbindend.

*) Amer. Journ. of Sc. 1890 (3), **40**. 202. Uebersetzung im vorausgehenden Artikel.

Die hexagonale Symmetrie des Ferronatrits hatte schon Herr **Penfield** (l. c.) an krystallinischen Stücken richtig erkannt, indem er sowohl den nahezu 60° betragenden Spaltungswinkel, als auch das optische einaxige Interferenzbild beobachtete. An demselben stellte er ferner fest, dass die Doppelbrechung der Substanz positiv sei und bestätigte diese Angabe auch noch durch die Bestimmung der Brechungsexponenten. Mir gelang es, eine vollständige goniometrische Untersuchung an zwei Krystallen durchzuführen, von denen der eine etwa 3 mm, der andere kaum 1 mm dick war. Es stellte sich heraus, dass der Ferronatrit rhomboëdrisch ist und die Gestalten $m\{10\bar{1}0\}$, $M\{11\bar{2}0\}$, $c\{0001\}$, $R\{10\bar{1}1\}$, $r\{\bar{1}011\}$ und $s\{10\bar{1}2\}$ aufweist.

Alle Flächen sind gut glänzend und eben; $m\{10\bar{1}0\}$ tritt wohl kaum als natürliche, sondern nur als Spaltform auf; R und r sind, wenn sie zusammen vorkommen, im Gleichgewichte, so dass man eine hexagonale Pyramide vor sich zu haben glaubt; nur das Auftreten von $s\{10\bar{1}2\}$ in den abwechselnden Dodekanten lehrt, dass die scheinbare Pyramide keine einfache Gestalt, sondern eine binäre Combination sei. An den dünnen, nadelförmigen Krystallen, die lediglich $M\{11\bar{2}0\}$ und $R\{10\bar{1}1\}$ zeigen, tritt der rhomboëdrische Habitus auch auf den ersten Blick hervor. Die scheinbar einheitlichen Krystalle bestehen oft aus mehreren Theilkrystallen, deren Verticalaxen einen sehr spitzen Winkel mit einander einschliessen. Deshalb liefern bei Einstellung der Zone der Verticalaxe manche Prismenflächen doppelte und nicht tautozonal erscheinende Reflexe. Immerhin dürfen die nachstehend angeführten Messungsergebnisse als befriedigend bezeichnet werden.

	Messungen			Rechnung:
	Zahl:	Grenzwerthe:	Mittel:	
$c:R = (0001):(10\bar{1}1)$ $c:r = (0001):(\bar{1}011)$	6	32° 17,5′ — 32° 48′	32° 33′	—
$m:R = (10\bar{1}0):(10\bar{1}1)$ $m:r = (\bar{1}010):(\bar{1}011)$	4	57 10,5 — 57 36	57 23	57° 27′
$c:s = (0001):(10\bar{1}2)$	2	17 44 — 17 46	17 45	17 42
$s:R = (10\bar{1}2):(10\bar{1}1)$	2	14 39 — 15 2	14 50,5	14 51
$M:m = (11\bar{2}0):(10\bar{1}0)$	8	29 49,5 — 30 4	30 0,75	30 0
$M:M = (11\bar{2}0):(2\bar{1}\bar{1}0)$	8	59 50 — 60 11	59 59,75	60 0
$R:R = (10\bar{1}1):(\bar{1}101)$	4	55 4 — 56 17	55 42,5	55 32 40″
$M:R = (11\bar{2}0):(10\bar{1}1)$ $M:r = (\bar{1}\bar{1}20):(\bar{1}011)$	8	61 39 — 62 26	62 6,3	62 13 40
$R:r = (10\bar{1}1):(01\bar{1}1)$	6	30 39,5 — 31 23	31 8,5	31 12 40
$R_1:m_2 = (10\bar{1}1):(01\bar{1}0)$ $r_1:m_1 = (01\bar{1}1):(10\bar{1}0)$	5	74 2 — 74 17,5	74 13	74 23 40
$M_1:s_1 = (11\bar{2}0):(10\bar{1}2)$	2	74 38 — 74 46	74 42	74 44
$s:s = (10\bar{1}2):(\bar{1}102)$	1	—	30 35	30 32

Aus $c:R$ bezw. $c:r$ berechnet sich das Axenverhältniss

$$a:c = 1:0,55278.$$

Ausser der vollkommenen Spaltbarkeit nach $m\{10\bar{1}0\}$ beobachtet man eine zweite weniger vollkommene nach $M\{11\bar{2}0\}$. Dem Auftreten dieser beiden unter einem spitzen Winkel (von 30°) sich schneidenden Ebenen als Spaltebenen ist es wahrscheinlich zuzuschreiben, dass die krystallinischen Partien faserig aussehen.

Da die optischen Eigenschaften des Ferronatrits durch Herrn Penfield hinreichend bekannt gemacht geworden sind, so unterliess ich eine erneute Untersuchung derselben.

XXXVII. Krystallographisch-chemische Untersuchungen.

IX. Reihe.

Von

A. Fock in Berlin.

(Mit 14 Holzschnitten.)

— —

1. Vanadinwolframsaures Kalium,

$8K_2O.16WO_3.4V_2O_5.9H_2O + 24$ aq.

Rosenheim, Inaug.-Diss., Berlin 1888, S. 38.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$a : b : c = 0{,}6993 : 1 : 0{,}6696.$

$A = 95^0 39'$	$\alpha = 95^0 38'$
$B = 93\ 54$	$\beta = 93\ 53$
$C = 90\ 27$	$\gamma = 90\ \ 4$

Beobachtete Formen: $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $m = \{110\}\infty P'_,$, $n = \{1\bar{1}0\}\infty'_,P$ $q = \{011\},\breve{P}'\infty$, $l = \{0\bar{1}1\}'\breve{P},\infty$, $r = \{\bar{1}01\},\bar{P},\infty$.

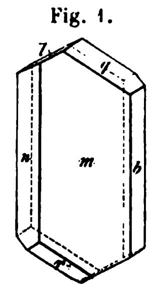


Fig. 1.

Die Krystalle sind von 1—10 mm Grösse, gelblichroth bis rothbraun gefärbt und verwittern äusserst leicht. Dem Habitus nach sind dieselben meist tafelförmig nach dem Hemiprisma m (s. Fig. 1). Auffällig ist es, dass die Winkel der Prismenzone fast innerhalb der Fehlergrenzen der Messung mit denjenigen der Zone n, l, r übereinstimmen. Die gleiche Uebereinstimmung herrscht ferner zwischen den Winkeln der Brachydomenzone b, l, q und denjenigen der Zone m, q, r. Doch kommt den Krystallen keinerlei Symmetrie zu.

		Beobachtet:	Berechnet:
$b:m$	$=(010):(110)$	$=54^\circ 40'$	—
$b:n$	$=(0\bar{1}0):(1\bar{1}0)$	$=55\ 16$	—
$b:q$	$=(010):(011)$	$=52\ 24$	—
$b:l$	$=(0\bar{1}0):(0\bar{1}1)$	$=60\ 13$	—
$m:q$	$=(110):(011)$	$=66\ 38$	—
$n:l$	$=(\bar{1}10):(0\bar{1}1)$	$=70\ 49$	$70^\circ 39'$
$n:r$	$=(1\bar{1}0):(\bar{1}01)$	$=53\ 58$	$54\ 13$
$m:l$	$=(\bar{1}\bar{1}0):(0\bar{1}1)$	$=75\ 57$	$76\ \ 9$
$m:r$	$=(\bar{1}\bar{1}1):(\bar{1}01)$	$=60\ \ 1$	$59\ 51$

Spaltbarkeit ziemlich vollkommen nach dem Hemiprisma *m*. Durch das Hemiprisma *m* gesehen tritt eine Axe fast normal zu dieser Fläche aus.

2. Vanadinwolframsaures Natron,

$8Na_2O.16WO_3.4V_2O_5.9H_2O + 48$ aq.

Rosenheim, Inaug.-Diss., Berlin 1888, S. 36.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$a:b:c = 0{,}5184:1:1{,}0812.$

$A = 106^\circ 40'$	$\alpha = 106^\circ 40'$
$B = 90\ 36$	$\beta = 90\ 44$
$C = 85\ 28$	$\gamma = 85\ 27$

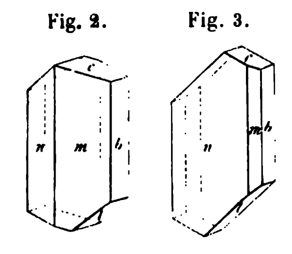


Fig. 2. Fig. 3.

Beobachtete Formen: $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $m = \{110\}\infty P'$, $c = \{001\}0P$, $n = \{1\bar{1}0\}\infty{,}P$, $l = \{0\bar{1}1\}'\breve{P}{,}\infty$.

Die Krystalle sind gelblichroth gefärbt und 2—5 mm gross. Die meisten Individuen zeigen prismatischen Habitus (Fig. 2), einige sind auch tafelförmig nach dem Hemiprisma *n* (Fig. 3). Die sämmtlichen Krystallflächen sind regelmässig matt und geben schlechte Bilder.

		Beobachtet:	Berechnet:
$b:m$	$=(010):(110)$	$=65^\circ\ 8'$	—
$b:n$	$=(0\bar{1}0):(1\bar{1}0)$	$=58\ \ 7$	—
$b:c$	$=(010):(001)$	$=73\ 20$	—
$b:l$	$=(0\bar{1}0):(0\bar{1}1)$	$=50\ 20$	—
$c:m$	$=(001):(110)$	$=82\ 26$	—
$c:n$	$=(001):(\bar{1}10)$	$=81\ 40$	$81^\circ 53'$
$l:m$	$=(0\bar{1}1):(\bar{1}\bar{1}0)$	$=74\ 47$	$74\ 58$
$l:n$	$=(0\bar{1}1):(\bar{1}\bar{1}0)$	$=69\ 33$	$69\ 33$

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

3. Vanadinwolframsaures Baryum,

$8BaO.16WO_3.4V_2O_5.9H_2O + 44$ aq.

Rosenheim, Inaug.-Diss., Berlin 1888, S. 43.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a:b:c = 0,8332:1:1,4264.$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $q = \{011\}\breve{P}\infty$, $p = \{111\}P$, $o = \{122\}\breve{P}2$, $n = \{120\}\infty\breve{P}2$, $r = \{101\}\bar{P}\infty$. Fig. 4 und 5.

Die Krystalle zeigen die gelblichrothe Färbung der vanadinsauren Salze und sind der Ausbildung nach tafelförmig nach der Basis. Von den Randflächen werden a, o und p regelmässig und zwar in vorherrschender Ausdehnung beobachtet, während n und r nur selten und vollständig untergeordnet auftreten.

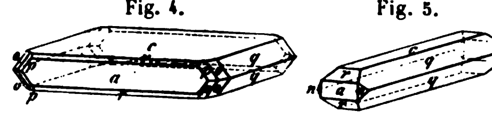


Fig. 4. Fig. 5.

	Beobachtet:	Berechnet:
$q:q = (011):(01\bar{1})$ =	70° 4′	—
$a:p = (100):(111)$ =	45 30	—
$c:p = (001):(111)$ =	65 38	65°50′
$q:o = (011):(122)$ =	26 20	26 30
$c:o = (001):(122)$ =	59 8	58 59
$a:r = (100):(101)$ =	—	30 18
$a:n = (100):(120)$ =	—	59 2

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Ebene der optischen Axen = Brachypinakoid b.

Erste Mittellinie = Axe a.

An einer Platte nach dem Makropinakoid a werden die optischen Axen ganz am Rande des Gesichtsfeldes bemerkbar.

Nähere optische Untersuchung wegen der Unvollkommenheit des Materials nicht durchführbar.

4. Hyoscyamin, $C_{17}H_{23}NO_3$.

Schmelzpunkt 109°. Krystallisirt aus Alkohol.

W. Will, Ber. d. d. chem. Ges. 21, 1720.

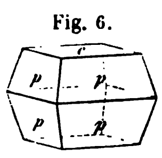
Krystallsystem: Tetragonal.

$a:c = 1:2,7082.$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $p = \{111\}P$.

Kleine, farblose Krystalle von 2—3 mm Grösse, welche theils abgestumpfte Pyramiden bilden, theils tafelförmig nach der Basis erscheinen (Fig. 6).

Fig. 6.



		Beobachtet:	Berechnet:
$p : p =$	$(111):(11\bar{1}) =$	29°16′	—
$p : p =$	$(011):(1\bar{1}1) =$	86 16	86°20′

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Die tafelförmigen Krystalle zeigen zwischen gekreuzten Nicols im convergenten Lichte die normale Interferenzfigur der einaxigen Krystalle.

Doppelbrechung positiv.

5. Atropin, $C_{17}H_{23}NO_3$.

Schmelzpunkt 115°—116°. Krystallisirt aus Alkohol.
W. Will, Ber. d. d. chem. Ges. **21**, 1723.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,6301 : 1 : ?.$$

Beobachtete Formen: $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $m = \{110\}\infty P$.

Die Krystalle sind farblos und langprismatisch. Endflächen konnten an denselben nicht aufgefunden werden, so dass die Kenntniss der Constanten eine unvollständige bleibt.

		Beobachtet:
$m : m =$	$(110):(1\bar{1}0) =$	64°26′

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Ebene der optischen Axen = Basis.

Die optischen Axen liegen angenähert normal zu den Prismenflächen.

6. Oxalendiazoximdiäthenyl,

$$H_3C.C\overset{\displaystyle\lessgtr N >}{\underset{\displaystyle < ON \geqslant}{}}C.C\overset{\displaystyle < N \geqslant}{\underset{\displaystyle \leqslant NO >}{}}C.CH_3.$$

Schmelzpunkt 164°—165°. Krystallisirt aus Wasser.
W. Zinkeisen, Ber. d. d. chem. Ges. **22**, 2950.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,3636 : 1 : 0,1304.$$

Fig. 7.



Beobachtete Formen: $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $m = \{110\}\infty P$, $o = \{111\}P$.

Die farblosen, glänzenden Krystalle sind langprismatisch nach der Verticalaxe. Von den Flächen der Prismenzone herrscht das Brachypinakoid stets vor. Die grösseren Individuen sind bis zu 8 mm lang, $\frac{1}{2}$ mm breit und $\frac{1}{4}$ mm dick. Endflächen treten nur selten auf, und vielfach ist von den vier Flächen der Pyramide nur eine einzige ausgebildet. Ebenso erscheint das

Prisma häufig nur mit einem Flächenpaar, so dass es nicht unwahrscheinlich ist, dass hier eine Hemiëdrie vorliegt. (Fig. 7.)

		Beobachtet:	Berechnet:
$b : m$	$= (010):(110)$	$= 70^\circ\ 1'$	—
$b : o$	$= (010):(111)$	$= 83\ \ 0$	—
$o : o$	$= (111):(\bar{1}11)$	$= 39\ \ 0$	$39^\circ 10'$
$o : m$	$= (111):(110)$	$= 68\ \ 59$	$69\ \ 6$

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Ebene der optischen Axen = Basis c.

Erste Mittellinie = Axe b.

Winkel der optischen Axen sehr gross, die Axen erscheinen im Polarisationsapparate am Rande des Gesichtsfeldes; eine nähere Bestimmung derselben war wegen der Unvollkommenheit des Materials nicht durchzuführen.

7. Phtalimidopropylmalonester,

$$C_6H_4 < \frac{CO}{CO} > NCH_2 - CH_2 - CH_2 - CH(CO_2C_2H_5)_2.$$

Schmelzpunkt 46°—48°. Krystallisirt aus Ligroin.
Gabriel, Ber. d. d. chem. Ges. **28**, 1768.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 3,2601 : 1 : 1,6444;$$
$$\beta = 81^\circ\ 4'.$$

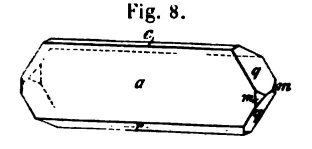


Fig. 8.

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty P\infty$, $c = \{001\}0P$, $m = \{110\}\infty P$, $q = \{011\}R\infty$, $r = \{\bar{1}01\} + P\infty$ (Fig. 8).

Die farblosen Krystalle sind meist dicktafelförmig nach dem Orthopinakoid a und bis $2\frac{1}{2}$ mm lang bezw. breit und 1 mm dick. Von den Querflächen herrscht neben dem Orthopinakoid das Hemidoma vor, während die Basis nur selten und ganz untergeordnet erscheint. Auch das Prisma tritt nicht regelmässig auf und ist stets von geringer Grösse. Die Querflächen, besonders aber das Orthopinakoid, sind vielfach geknickt und geben schlechte Bilder.

		Beobachtet:	Berechnet:
$m : m$	$= (110):(\bar{1}10)$	$= 34^\circ 30'$	—
$q : q$	$= (011):(01\bar{1})$	$= 63\ \ 14$	—
$q : m$	$= (011):(110)$	$= 33\ \ 8$	—
$q : m$	$= (011):(\bar{1}10)$	$= 37\ \ 59$	$37^\circ 54'$
$a : c$	$= (100):(001)$	$= 81$ ca.	$81\ \ 4$
$m : c$	$= (110):(001)$	$= 87$ ca.	$87\ \ 22$

	Beobachtet:	Berechnet:
$q : a = (011):(100)$	ca. $85\frac{1}{2}^0$	$85^0 20'$
$m : r = (\bar{1}10):(\bar{1}01)$	$= 84^0 15'$	84 20
$q : r = (011):(\bar{1}01)$	= 62 29	62 32

Spaltbarkeit vollkommen nach dem Orthopinakoid a.

8. $C_{12}N_6H_7O_{10} + C_6H_6$

(erhalten bei der Einwirkung von Chlorcyan auf thiopikrinsaures Kalium).

Krystallisirt aus Benzol.

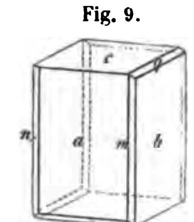
Thurnauer, Inaug.-Diss. Berlin 1890, S. 34.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$$a : b : c = 0,5217 : 1 : 0,6380.$$

$A = 90^0\ 3'$	$\alpha = 90^0 24$
$B = 93\ 42$	$\beta = 93\ 43$
$C = 84\ 40$	$\gamma = 84\ 39$

Fig. 9.



Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $c = \{001\}0P$, $m = \{110\}\infty P'$, $q = \{011\},\breve{P}'\infty$, $r = \{\bar{1}03\}\frac{1}{3},\bar{P},\infty$, $n = \{1\bar{1}0\}\infty',P$.

Die gelbbraun gefärbten Krystalle (Fig. 9) verwittern leicht an der Luft und sind bis zu 2 mm gross. Meist treten an den Individuen nur drei Flächenpaare, die Pinakoide, auf, so dass sie einem Würfel bezw. Rhomboëder gleichen. Die angegebenen prismatischen und domatischen Formen wurden nur vereinzelt und in ganz untergeordneter Ausbildung beobachtet.

	Beobachtet:	Berechnet:
$a : b = (100):(0\bar{1}0)$	$= 84^0 40'$	—
$a : c = (100):(001)$	= 86 18	—
$b : c = (010):(001)$	= 89 57	—
$a : m = (100):(110)$	= 28 35	—
$b : q = (010):(011)$	= 57 26	—
$c : m = (001):(110)$	= 86 43	$86^0 35'$
$q : m = (011):(110)$	= 74 56	74 46
$q : a = (011):(100)$	= 89 50	89 45
$r : a = (\bar{1}03):(\bar{1}00)$	= 32 20	32 23
$r : b = (\bar{1}03):(010)$	= —	85 17
$r : m = (\bar{1}03):(\bar{1}10)$	= 65 18	65 14
$b : n = (010):(\bar{1}10)$	= 41 5	41 9
$c : n = (001):(1\bar{1}0)$	= —	85 20
$q : n = (011):(\bar{1}10)$	= 68 22	68 19
$q : r = (011):(\bar{1}03)$	= —	63 20
$n : r = (\bar{1}10):(\bar{1}03)$	= —	52 3

Spaltbarkeit vollkommen nach dem Brachypinakoid b.

Durch das Brachypinakoid gesehen tritt eine optische Axe scheinbar ca. 40° gegen die zugehörige Normale geneigt aus.

9. *p*-Anilido-*m*-nitrobenzoesäureäthyläther,

$C_6.H_5.NH.C_6H_3(NO_2)CO_2.C_2H_5$.

Schmelzpunkt 123°. Krystallisirt aus Alkohol.
Schöpff, Ber. d. d. chem. Ges. **22**, 3285.

Krystallsystem: Hexagonal, rhomboëdrisch-hemiëdrisch.

$a : c = 1 : 2,1119$.

Beobachtete Formen: $r = \varkappa\{10\bar{1}1\}R$.

Die gelb gefärbten Krystalle zeigen nur das primäre Rhomboëder und sind meist tafelförmig nach einer Fläche desselben und höchstens 3 mm lang und 1½ mm dick. Andere Formen konnten nicht aufgefunden werden.

	Beobachtet:
$r : r = (10\bar{1}1):(\bar{1}101)$ =	106° 30′

Spaltbarkeit vollkommen nach dem Rhomboëder r.

Eine Platte nach der Basis behufs optischer Untersuchung konnte wegen des losen Gefüges der Krystalle nicht hergestellt werden.

10. *o*-Nitrodiphenylamin, $NO_2 - C_6H_4 - NH - C_6H_5$.

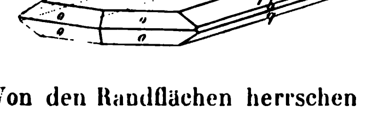
Schmelzpunkt 75°. Krystallisirt aus Alkohol.
Schöpff, Ber. d. d. chem. Ges. **23**, 1840.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 0,4678 : 1 : 0,6709$.

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $o = \{111\}P$, $q = \{011\}\breve{P}\infty$. (Fig. 10.)

Fig. 10.



Die gelblichroth gefärbten Krystalle sind tafelförmig nach der Basis und bis 1½ mm lang bezw. breit und ½ mm dick. Von den Randflächen herrschen Pyramide und Brachydoma gleichmässig vor, während das Brachypinakoid nur selten erscheint. Die Flächen geben gute Bilder.

	Beobachtet:	Berechnet:
$o : o = (111):(11\bar{1})$ =	62° 34′	—
$o : o = (111):(1\bar{1}1)$ =	42 30	—
$o : q = (111):(011)$ =	50 39	50° 42½′
$c : q = (001):(011)$ =	34 53	34 55
$o : q = (1\bar{1}1):(011)$ =	77 25	77 24

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Durch die Basis sind optische Axen nicht zu bemerken. Nähere optische Untersuchung wegen der geringen Dicke der tafelförmigen Krystalle nicht durchführbar.

Das *o*-Nitrodiphenylamin lässt einige Beziehungen zu den bereits früher gemessenen Diphenylverbindungen erkennen, besonders nahe sind diese dem zu *o*-Nitrodiphenyl. Der letztere Körper krystallisirt nach meinen Untersuchungen*) gleichfalls rhombisch mit einem Axenverhältnisse

$$a : b : c = 0,9241 : 1 : 0,6728.$$

Giebt man nun der primären Pyramide des *o*-Nitrodiphenylamins das Zeichen $\{122\}\breve{P}2$, wie solches auch aus rein krystallographischen Gründen nahe liegt, so wird dadurch die Brachyaxe von doppelter Länge und wir gelangen für diesen Körper zu einem Axenverhältnisse

$$a : b : c = 0,9356 : 1 : 0,6709.$$

Die geometrischen Constanten der beiden Verbindungen sind also ganz ähnliche, und das war auch zu erwarten, denn die Körper unterscheiden sich nur durch die Amidogruppe und überdies liegt ihnen ein grosser Molekülcomplex zu Grunde.

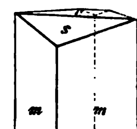
11. *c*-Acetylmethylpyrrol, $C_4H_3(C_2H_3O)(CH_3)NH$.

Schmelzpunkt 85⁰—86⁰. Krystallisirt aus Alkohol.
Dargestellt von M. Dennstedt.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,9663 : 1 : 0,34457;$$
$$\beta = 89^0\,12'.$$

Fig. 11.



Beobachtete Formen: $m = \{110\}\infty P$, $c = \{001\}0P$, $s = \{101\}-P\infty$, $r = \{\bar{2}01\}+2P\infty$.

Die farblosen Krystalle sind kurzprismatisch nach der Verticalaxe und bis $2\frac{1}{2}$ mm lang und 1 mm dick. Von den Endflächen herrscht das vordere Hemidoma *s* regelmässig vor, während die Basis mehr zurücktritt. Das hintere Hemidoma *r* konnte nur an wenigen Individuen in ganz untergeordneter Ausdehnung aufgefunden werden. (Fig. 11.)

		Beobachtet:	Berechnet:
$m : m$	$= (110):(1\bar{1}0)$	$= 88^0\ 2'$	—
$m : s$	$= (110):(101)$	$= 75\ 32$	—
$c : s$	$= (001):(101)$	$= 19\ 32$	—

*) Diese Zeitschr. 7, 38.

	Beobachtet:	Berechnet:
$c : m = (001):(110)$	$= 89^0 30'$	$89^0 25'$
$c : r = (001):(\bar{2}01)$	$= 36$ ca.	35 46
$m : r = (\bar{1}10):(\bar{2}01)$	$= 66$ ca.	65 40

Spaltbarkeit vollkommen nach dem Hemidoma *r*.

12. Acetyl-*c*-diäthylpyrrol, $C_4H_2(C_2H_3O)(C_2H_5)_2NH$.

Schmelzpunkt 98⁰. Krystallisirt aus Benzol.
Dennstedt, Ber. d. d. chem. Ges. **28**, 2566.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,8953 : 1 : ?;$$
$$\beta = \text{ca. } 90^0.$$

Beobachtete Formen: $b = \{010\}\infty R\infty$, $c = \{001\}0P$, $m = \{110\}\infty P$.

Die farblosen Krystalle sind langprismatisch nach der Klinoaxe und bis 4 mm lang und ½ mm dick. Klinopinakoid und Basis sind regelmässig von gleicher Grösse. Das Prisma tritt meist nur einseitig auf, so dass die Krystalle hemimorph erscheinen. Die Flächen des Prismas waren ohne Ausnahme geknickt und dem entsprechend sind die angeführten Messungsresultate auf etwa 1 Grad unsicher. Die Axenschiefe wurde durch mikroskopische Messung des ebenen Winkels ermittelt.

	Beobachtet:
$b : m = (010):(110)$	$= 48^0 10'$

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Auslöschungsrichtung des Lichtes auf der Symmetrieebene ca. 11⁰ gegen die Verticalaxe geneigt.

13. *c*-Acetyl-*c*-triäthylpyrrol, $CH(C_2H_3O)(C_2H_5)_3NH$.

Schmelzpunkt 138⁰. Krystallisirt aus Alkohol.
Dennstedt, Ber. d. d. chem. Ges. **28**, 2567.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,5830 : 1 : ?;$$
$$\beta = 87^0 25'.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $m = \{110\}\infty P$, $b = \{010\}\infty R\infty$.

Die farblosen Krystalle sind tafelförmig nach der Basis und bis 1 mm lang bezw. breit und ½ mm dick. Von den Randflächen herrschen diejenigen des Prismas vor, während die Symmetrieebene mehr zurücktritt und bisweilen gänzlich fehlt. Die letztere Fläche giebt ebenso wie die Basis gute Bilder. Die Prismenflächen sind dagegen matt.

	Beobachtet:
$m : m = (110):(1\bar{1}0)$	$= 60^{\circ}26'$
$m : c = (110):(001)$	$= 87\ 46$

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Ebene der optischen Axen = Symmetrieebene.

Durch die Basis gesehen tritt eine Axe scheinbar ca. 35° gegen die zugehörige Normale geneigt aus, während die andere Axe sich am gegenüberliegenden Rande des Gesichtsfeldes bemerkbar macht.

14. Aethylpyrrylcinnamylketon, $C_4H_2(C_2H_5)(CO.CH = CH.C_6H_5)NH$.

Schmelzpunkt 148°. Krystallisirt aus Alkohol.

Dennstedt, Ber. d. d. chem. Ges. **28**, 2365.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,2266 : 1 : 0,4123.$$

Fig. 12.

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $o = \{111\}P$.

Die gelblich gefärbten Krystalle sind dünn tafelförmig nach dem Brachypinakoid und nach der Verticalaxe verlängert. Die besseren Individuen zeigen eine Länge bis zu 2 cm, sind aber nur etwa 1 mm breit und ¼ mm dick. Prismatische Formen konnten nicht aufgefunden werden. Die Flächen der Pyramide wurden selten vollzählig beobachtet. (Fig. 12.)

	Beobachtet:	Berechnet:
$o : b = (111):(010)$	$= 70^{\circ}\ 8'$	—
$o : a = (111):(100)$	$= 63\ \ 4$	—
$o : o = (111):(\bar{1}\bar{1}1)$	$=$ —	$64^{\circ}59'$

Spaltbarkeit vollkommen nach dem Makropinakoid a.

15. Diäthylpiperidinpikrat, $C_5H_9(C_2H_5)_2N.C_6H_2(NO_2)_3OH$.

Schmelzpunkt 105°—107°. Krystallisirt aus Wasser.

Dennstedt, Ber. d. d. chem. Ges. **23**, 2573.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,578 : 1 : ?;$$
$$\beta = 68^{\circ}\ 15'.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $a = \{100\}\infty P\infty$, $m = \{110\}\infty P$.

Die hellgelb gefärbten Krystalle sind meist dicktafelförmig nach der Basis und bis ½ mm breit bezw. lang und ¼ mm dick. Die Randflächen m und a zeigen unter einander gleiche Grösse. Die Prismenflächen erscheinen

in der Regel matt oder nach der Verticalaxe gestreift und auch die Basis ist meist verschiedentlich geknickt, so dass die Messungsresultate auf etwa ½ Grad ungenau sind.

		Beobachtet:	Berechnet:
$a : c$	$= (100):(001)$	$= 68^0 15'$	—
$a : m$	$= (100):(110)$	$= 55\ 42$	—
$c : m$	$= (001):(110)$	$= 78$ ca.	$77^0 57'$

Spaltbarkeit nicht beobachtet.
Ebene der optischen Axen = Symmetrieebene.
Durch die Basis tritt eine Axe fast normal aus.

16. Salzsaures Isobenzaldoxim, $C_6H_5 - CH = NOH.HCl$.

Krystallisirt aus Aether.
Beckmann, Ber. d. d. chem. Ges. **28**, 1686.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,5612 : 1 : 0,404.$$

Beobachtete Formen: $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $m = \{110\}\infty P$, $q = \{011\}\breve{P}\infty$.

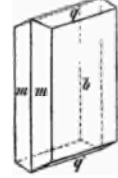


Fig. 13.

Die farblosen, an der Luft leicht zerfliesslichen Krystalle (Fig. 13) sind tafelförmig nach dem Brachypinakoid und bis 4 mm lang bezw. breit und 1 mm dick. Von den Randflächen war das Brachydoma so unvollkommen ausgebildet, dass die Messung nur angenähert erfolgen konnte.

		Beobachtet:
$b : m$	$= (010):(110)$	$= 60^0 42'$
$b : q$	$= (010):(011)$	$= 68^0$ ca.

Spaltbarkeit nicht beobachtet.
Ebene der optischen Axen = Makropinakoid.
Erste Mittellinie = Axe b.
$2E =$ ca. 100^0 in Luft (nach Schätzung).
Dispersion $v > \varrho$.

17. Allozimmtsäure, $C_9H_8O_2$.

Schmelzpunkt 68°. Krystallisirt aus Ligroin.
C. Liebermann, Ber. d. d. chem. Ges. **28**, 2511.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,5972 : 1 : 1,0300;$$
$$\beta = 88^0 38\tfrac{1}{2}'.$$

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $m = \{110\}\infty P$, $r = \{\bar{1}01\}$ $+\bar{P}\infty$, $s = \{101\}-\bar{P}\infty$.

Fig. 14.

Die farblosen Krystalle sind tafelförmig nach dem Orthopinakoid a und bis 2 mm dick und 4 mm lang bezw. breit. Von den Hemidomen herrscht das hintere regelmässig vor, während das vordere mehr zurücktritt oder gänzlich fehlt (Fig. 14).

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : m = (110):(\bar{1}10)$	= 64° 6′	—
$a : r = (\bar{1}00):(\bar{1}01)$	= 58 9	—
$a : s = (100):(101)$	= 56 14	—
$m : r = (\bar{1}10):(\bar{1}01)$	= 73 52	73° 44′
$m : s = (110):(101)$	= 72 35	72 51

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Durch das Orthopinakoid gesehen ist ein Austritt von optischen Axen nicht zu bemerken.

XXXVIII. Ueber die Krystallisation des Nephelin.

Von

H. Baumhauer in Lüdinghausen.

(Mit 1 Holzschnitt.)

In einer im sechsten Bande dieser Zeitschrift erschienenen Abhandlung »über den Nephelin« erbrachte ich aus der Form und Lage der mit Fluss- resp. Salzsäure erhaltenen Aetzfiguren des genannten Minerals den Beweis, dass dasselbe einer sonst an Krystallen noch nicht beobachteten Abtheilung des hexagonalen Systems angehört, indem es gleichzeitig der trapezoëdrischen Hemiëdrie und dem Hemimorphismus nach der Hauptaxe unterliegt. Auf den Flächen des Protoprismas erhielt ich mit Flusssäure Aetzfiguren, welche gänzlich unsymmetrisch sind und auf benachbarten Flächen eine gleiche Lage besitzen, auf der Basis mit Salzsäure solche, welche einer Tritopyramide entsprechen. Ausserdem lassen die Aetzfiguren auf ∞P durch ihre bis vierfach verschiedene Lage auf derselben Prismenfläche eine einfache oder doppelte Zwillingsbildung nach $\infty P2$ und $0P$ erkennen, ähnlich wie es bei den Vierlingen des Quarzes der Fall ist. Die Zwillingsgrenzen treten meist sehr bestimmt hervor.

In einer Besprechung meiner Arbeit äusserte Herr Tenne*) Zweifel an der Zulässigkeit meiner Ansicht, indem er als das Resultat eigener Versuche mittheilt, dass er nur an solchen Nephelinkrystallen die unsymmetrischen Eindrücke auf ∞P erhalten habe, welche bei der voraufgegangenen Messung eine Abweichung des — an verschiedenen Stellen derselben Prismenkante schwankenden — Winkels $\infty P : \infty P'$ bis um 6′—7′ von dem geforderten Werthe von 60° hatten erkennen lassen. Solche Krystalle hingegen, welche keine derartige Abweichung resp. nur eine solche von 1′ zeigten, hätten auch beim Aetzen keine unsymmetrischen Eindrücke geliefert. Herr Tenne giebt nicht an, ob und welche Aetzfiguren er denn an den letzteren

*) Neues Jahrb. f. Min. etc. 1883, 2, 334.

Krystallen erhalten habe. Dass eine so geringe und schwankende Abweichung von dem gesetzmässigen Werthe die Ursache einer so bestimmt auftretenden Ausbildung der Aetzfiguren sein solle, war mir sogleich unwahrscheinlich; dennoch wollte ich erst weitere Versuche anstellen, ehe ich mich wieder zur Sache äusserte. In letzter Zeit war ich in der Lage, dieses zu thun und lege im Folgenden das Ergebniss der erneuten Prüfung vor.

Von den früher von mir untersuchten Krystallen, welche von einem wesentlich aus Leucitkörnern und wenig Melanit bestehenden Auswürflinge des Vesuv herrührten, konnte ich nur noch einen einzigen prüfen, da die übrigen schon alle geätzt waren. Ich erwarb jedoch drei neue Handstücke, gleichfalls von Auswürflingen des Vesuv, mit kleineren und grösseren, zum Theil recht gut ausgebildeten Nephelinkrystallen. Da einzelne derselben ausser ∞P und $0P$ noch P und $2P$ zeigten, so konnte ich das Axenverhältniss ermitteln und theile zunächst diejenigen Messungen mit, welche ich an solchen Krystallen (mit P resp. $2P$) anstellen konnte. Die drei neuen Handstücke sind mit I—III, die besonders guten Messungen mit * bezeichnet, die am wenigsten zuverlässigen resp. nur angenäherten hingegen eingeklammert. Der Werth jeder einzelnen gemessenen Kante ist besonders aufgeführt. Zuweilen mussten, um einfache Reflexe zu erhalten, die von der betreffenden Kante entfernter liegenden Flächentheile zugedeckt werden. Es ist dies namentlich dann nothwendig, wenn, was nicht selten der Fall ist, die oft leicht zerbrechlichen Krystalle von Sprüngen durchsetzt sind, wodurch eine geringe Niveaudifferenz zwischen den durch einen feinen Spalt getrennten Theilen einer Fläche entstehen kann.

I.

An den Krystallen dieses Handstückes, welches vorwiegend aus Sanidin und Hornblende besteht, war die Grundpyramide meist nur als sehr schmale, nicht messbare Fläche zwischen (0001) und $(10\bar{1}0)$ ausgebildet; nur an einem kleinen Fragment war ein breiterer Flächenstreifen $(10\bar{1}1)$ vorhanden. Ich fand:

$$(0001):(10\bar{1}1) = 44^{\circ}\ 9'$$
$$(10\bar{1}1):(10\bar{1}0) = 45\ 46\tfrac{1}{2}$$
$$(0001):(10\bar{1}0) = 89\ 55\tfrac{1}{2}$$

II.

Auf diesem Stücke, bestehend aus Sanidin und Biotit, befanden sich mehrere Krystalle mit messbaren Pyramidenflächen.

1. Der grösste und beste Krystall ergab bei einer fast vollständigen Durchmessung folgende Werthe:

$(10\bar{1}1):(0001)$ =	44° 5½′,	44° 3¼′,	*44° 1½′
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}0)$ =	45 55½,	45 56,	45 54½
$(20\bar{2}1):(10\bar{1}0)$ =	*27 18½,	27 19,	*27 19½
$(20\bar{2}1):(0001)$ =	62 42,	62 38½	
$(20\bar{2}1):(10\bar{1}1)$ =	18 37,	*18 37	
$(10\bar{1}0):(0001)$ =	90 1,	89 57¾,	89 57½
$(10\bar{1}0):(01\bar{1}0)$ =	*60 0¼		

2. Ein kleines Fragment ergab:

$(10\bar{1}0):(10\bar{1}1)$ =	(45° 58½′)
$(10\bar{1}1):(0001)$ =	(44 1½)
$(10\bar{1}0):(0001)$ =	*90 0

3. Fragment: $(0001):(10\bar{1}1)$ = 44 0¼

III.

Dieses Handstück besteht aus Sanidin (vorwiegend) und Hornblende.

1. Fragment:	$(10\bar{1}1):(10\bar{1}0)$ =	*45° 56′
	$(10\bar{1}1):(0001)$ =	(43 58½)
	$(10\bar{1}0):(0001)$ =	(89 54½)
	$(10\bar{1}0):(01\bar{1}0)$ =	*59 56¾
2. Fragment:	$(10\bar{1}0):(10\bar{1}1)$ =	45 54¾
	$(0001):(10\bar{1}1)$ =	44 7¼
	$(0001):(10\bar{1}0)$ =	90 2¼

Als Fundamentalwerth zur Berechnung des Axenverhältnisses wählte ich das Mittel*) aus den für $(20\bar{2}1):(10\bar{1}0)$ erhaltenen Werthen = 27° 19′. Hieraus leitet sich ab:

$$a : c = 1 : 0{,}8383483.$$

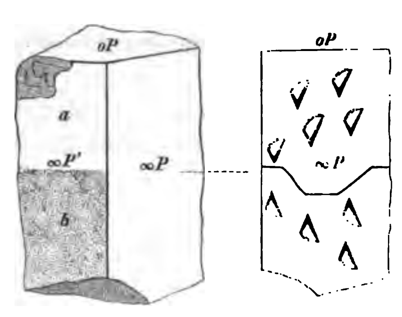
	Berechnet:	Gefunden (Mittel):
$(10\bar{1}1):(0001)$ =	44° 4′ 11″	44° 4′ 2″
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}0)$ =	45 55 49	45 55 27½**)
$(20\bar{2}1):(0001)$ =	62 41 0	62 40 15
$(10\bar{1}1):(20\bar{2}1)$ =	18 36 49	18 37 0

Die mitgetheilten Messungen reichen nicht hin, um die Frage zu entscheiden, ob den Krystallen der verschiedenen Handstücke genau dasselbe Axenverhältniss zukommt, oder ob sich darin Schwankungen zu erkennen geben. Die aus $(20\bar{2}1):(10\bar{1}0)$ = 27° 19′ berechneten Winkelwerthe stim-

*) Bei der Berechnung des Mittels wurden die mit * bezeichneten Werthe doppelt gerechnet, die nur angenäherten eingeklammerten nicht berücksichtigt.

**) Unberücksichtigt blieb hier der von allen anderen stark abweichende Winkel 45° 46½′.

men mit den erhaltenen Mittelwerthen sehr gut überein, indem sich die Differenz zwischen 9″ und 45″ bewegt. Nach v. Kokscharow's Messungen ist $(10\bar{1}1):(0001) = 44^{0}\,5\frac{1}{2}'$. Strüver*) fand an einem Krystalle, welcher einem aus Leucit, Pyroxen, Sanidin, Nephelin und Biotit bestehenden Auswürflinge des Albaner Gebirges entstammte, diesen Winkel zu nur 43⁰ 50′ 40″, an einem anderen Kryställchen hingegen, welches einem Block entnommen wurde, der aus Nephelin, braunem Granat und Idokras, Leucit, Pyroxen und Wollastonit zusammengesetzt war, zu 44⁰ 1′ 5″. Scacchi giebt für den Nephelin der Somma $(10\bar{1}1):(0001)$ zu 43⁰ 59′ an. Die verschiedenen, von den genannten Autoren und mir selbst gefundenen Werthe schwanken also zwischen 43⁰ 50′ 40″ und 44⁰ 9′, eine Differenz, welche wohl zu gross erscheint, als dass man annehmen könnte, sie hänge nicht mit einer, wenn auch nur geringen Abweichung in der chemischen Zusammensetzung der betreffenden einzelnen Krystalle zusammen. Auffallend ist der beim Aetzen des Nephelins zuweilen sehr deutlich hervortretende Aufbau seiner Krystalle aus vielen concentrischen Schichten, welche wohl aus ungleichartigen, an der Bildung derselben theilnehmenden isomorphen Substanzen bestehen. Die weitere Verfolgung der sich hieran anknüpfenden Fragen liegt jedoch ausserhalb des Zwecks der vorliegenden Untersuchung.



Um nun zu entscheiden, ob eine Beziehung zwischen der Form der auf ∞P mit Flusssäure zu erhaltenden Aetzfiguren und den etwaigen Abweichungen resp. Schwankungen des Prismenwinkels stattfindet, wurde eine Reihe von Krystallen oder Krystallfragmenten gemessen und hierauf geätzt. Zu diesen Versuchen diente der schon erwähnte Krystall, welcher von dem früher benutzten Handstücke stammt, und mehrere solche von den oben angeführten Handstücken I—III.

Der erstere, ein Fragment, zeigte zwei Flächen des Protoprismas und eine Basisfläche (s. Fig.). Die Fläche ∞P (rechts) lieferte am Goniometer ein einfaches, die Fläche $\infty P'$ (links) ein doppeltes Bild. Auf $0P$ wurde ein einfaches Bild beobachtet. Wurde auf $\infty P'$ der punktirte (untere) Theil b mit Farbe zugedeckt, so gab der obere a nur ein einfaches Bild; ebenso gab b bei zugedecktem a ein einfaches Bild des Signals. Das Bild von b war etwas heller als dasjenige von a. Ich fand nun:

*) Diese Zeitschr. **1**, 240.

$\infty P : \infty P' (a) = 60^{\circ}\ 1'$
$\infty P : \infty P' (b) = 59\ 58$ } Mittel: $59^{\circ}\ 59\frac{1}{2}'$
$\infty P : 0P = 90\ 0\frac{1}{2}$
$\infty P' (a) : 0P = 89\ 57\frac{1}{2}$
$\infty P' (b) : 0P = 89\ 48$

Sämmtliche Messungen können als gute bezeichnet werden. Die beiden Bilder auf $\infty P'$ liegen in der Zone $\infty P' : 0P$. Eine bedeutendere Abweichung von dem geforderten Werthe zeigt nur der Winkel $\infty P'(b) : 0P$. Zieht man nur die zu einer Ecke zusammenstossenden $\infty P'(a)$, ∞P und $0P$ in Betracht, so kommen die gefundenen Werthe den geforderten sehr nahe, die Abweichung beträgt $\frac{1}{2}'$—$2\frac{1}{2}'$.

Der Krystall wurde nun mit ziemlich stark verdünnter wässriger Flusssäure während einiger Secunden geätzt und zeigte darauf auf beiden Prismenflächen deutliche unsymmetrische Eindrücke, ganz so, wie ich solche früher erhalten und beschrieben habe. Die Fläche ∞P, welche ein einfaches Bild des Signals gab und gegen $0P$ und $\infty P'(a)$ eine fast genau gesetzmässige Lage besitzt (Abweichung $\frac{1}{2}'$ resp. $1'$), zerfiel dabei in zwei scharf getrennte Theile, indem sie auf der $0P$ zugewendeten Hälfte die Aetzfiguren in anderer Stellung zeigte, als auf der anderen (s. Fig.). Sie gehört also in Folge einer Zwillingsbildung (nach der Basis) zwei verschiedenen Individuen an.

Es wurden hierauf Krystalle resp. Fragmente*) vom Handstück I gemessen und geätzt. Dabei gelangte ich zu folgenden Resultaten.

a. An einem Krystallbruchstücke wurde ein Winkel $\infty P : \infty P'$ gemessen, nachdem die von der Kante entfernter liegenden Flächentheile zugedeckt waren. Dabei zeigte eine Prismenfläche ($\infty P'$) noch zwei Reflexe (a und b). Da dieselben mit ∞P nicht genau in derselben Zone lagen, so wurde für jeden derselben besonders justirt. Ich fand so: $\infty P : \infty P'(a) = 59^{\circ}\ 55\frac{1}{2}'$ und $\infty P : \infty P'(b) = 60^{\circ}\ 0'$ (bei letzterer Messung war das Bild auf $\infty P'$ etwas schwächer). Dann wurde noch gemessen $\infty P : 0P = 89^{\circ}\ 58'$. Für ∞P, $\infty P'(b)$ und $0P$ ist die Abweichung wieder eine sehr geringe resp. gleich Null. Nach der hierauf stattgefundenen Aetzung zeigten beide Prismenflächen — auch nahe an der gemeinsamen Kante — unsymmetrische Eindrücke nebst Zwillingsbildung. Auch die durch eine Aetzfläche hervorgebrachte schiefe Abstumpfung der Kante $\infty P : \infty P'$ entsprach hinsichtlich ihrer Lage zu den Eindrücken auf beiden Flächen genau der Fig. 3 meiner früheren Abhandlung.

b. Ein zweites Fragment ergab $\infty P : \infty P' = 59^{\circ}\ 55\frac{1}{2}'$ (auf beiden Flächen einfache gute Reflexe); geätzt zeigten beide Prismenflächen deutlich unsymmetrische Aetzfiguren.

*) Die Krystalle zerbröckelten leider sehr leicht beim Ablösen vom Handstücke.

c. Dieses Fragment ergab auf zwei Prismenflächen gute einfache Reflexe. Ich fand $\infty P : \infty P' = 59^{0}\,58'$ und nach dem Aetzen auf beiden Flächen deutliche unsymmetrische Vertiefungen.

d. Am entscheidendsten für die Krystalle dieses Handstückes sind wohl die an diesem Fragment gemachten Beobachtungen. Von zwei Prismenflächen gab die eine ein gutes einfaches Bild, die andere ebenfalls ein solches, wobei nur der eine Arm des Kreuzes (Schrauf'sches Signal) etwas verbreitert war. Neben diesen weitaus hellsten Bildern erschien auf jeder Fläche noch ein sehr schwaches bis kaum wahrnehmbares Nebenbild, welches offenbar vernachlässigt werden konnte. Ich fand $\infty P : \infty P' = 60^{0}\,0\frac{1}{4}'$, also fast genau gleich dem geforderten Werthe. Nach dem Aetzen zeigte sich die eine Prismenfläche ganz bedeckt mit unsymmetrischen Vertiefungen verschiedener Stellung, während die andere ebenfalls solche Eindrücke, wenn auch in geringerer Zahl und sämmtlich von gleicher Stellung, aufwies.

Die Krystalle dieses Handstückes (I) lieferten mir ausgezeichnete Aetzpräparate, welche namentlich auch die Zwillingsgrenzen auf ∞P in grosser Schärfe und sehr charakteristisch zeigten. Bei der Betrachtung derselben ist, wie Herr Tenne es zu thun scheint, kaum daran zu denken, dass die unsymmetrische Form und die verschiedene Lage der Aetzfiguren auf ∞P die Folge einer Ausbildung von vicinalen Flächen sei. Solche Flächen würden doch im Allgemeinen in geraden Linien zusammenstossen, während die Felder, welche verschieden gerichtete Aetzfiguren von genau gleicher Gestalt tragen, sich in scheinbar willkürlich und aufs Mannigfaltigste gebrochenen und gekrümmten Linien, als welche ja die echten Zwillingsgrenzen nicht selten erscheinen, gegenseitig begrenzen. Dazu sprechen nun die oben angeführten Messungen, wie mir scheint, ganz entschieden gegen die Annahme vicinaler Flächen, ja sie schliessen zum Theil eine solche Annahme geradezu aus.

Bei einem Vorversuche fand ich, dass ein Krystall des Handstückes II beim Aetzen mit einer Säure, welche bei solchen von I sehr deutliche unsymmetrische Eindrücke gegeben hatte, derartige Aetzfiguren nicht zeigte, wenigstens waren dieselben weit kleiner und schlechter gebildet. Auch eine längere Dauer des Aetzens führte zu keinem befriedigenden Ergebniss. Ich wählte deshalb eine noch mehr verdünnte Säure zum Aetzen dieser Krystalle.

e. Das oben an zweiter Stelle aufgeführte Fragment von II, bei welchem der Winkel $\infty P : 0P$ bei recht guter Messung zu $90^{0}\,0'$ gefunden worden war, wurde zunächst mit einer schon stark verdünnten Säure behandelt, allein es entstanden dabei nur wenig deutliche, rundliche Vertiefungen, und es schien, als werde die Prismenfläche noch zu stark angegriffen. Darauf wurde die Säure wiederholt durch weiteren Zusatz von Wasser stärker verdünnt, und es entstanden nun nach mehrmaligem kurzen Aetzen an ver-

schiedenen Stellen der Fläche deutliche unsymmetrische Eindrücke der gewöhnlichen Form. Bei fortgesetztem Aetzen wurden die Eindrücke immer mehr gerundet, bis sie schliesslich zum Theil verschwanden. Es gelang nicht, trotz wiederholter Versuche, auf der nun schon ziemlich stark corrodirten Fläche neue scharfe Aetzfiguren zu erhalten. Aus dem Gesagten geht hervor, dass es weit schwieriger ist, an den Krystallen des Handstückes II gute Aetzfiguren zu erhalten, als an denjenigen von I. Dies ist ohne Zweifel in einer etwas abweichenden chemischen Beschaffenheit der Krystalle beider Handstücke begründet.

f. Da ich den grössten und besten Krystall von II (bei den Messungen oben unter 1 aufgeführt) nicht gern ganz ätzen wollte, so wurde bei ihm die Säure mit einem feinen Pinsel auf einzelne Stellen einer Prismenfläche aufgetragen, welche mit einer benachbarten Fläche ∞P den bei recht guter Messung zu $60^0\ 0\frac{1}{4}'$ gefundenen Winkel bildete, und zwar fand die Aetzung nahe an der gemessenen Kante statt. Bei Anwendung desjenigen Concentrationsgrades, welcher bei Krystallen von I gute unsymmetrische Eindrücke gegeben, erhielt ich zunächst nur wenig gute, wie es schien fünfseitige, unsymmetrische Vertiefungen. Als darauf an einer benachbarten Stelle weit stärker verdünnte Säure aufgetragen wurde, erschienen daselbst deutliche unsymmetrische Aetzfiguren der gewöhnlichen Form. Dieselben besassen hier alle gleiche Lage, eine Zwillingsverwachsung fand also an dieser Stelle nicht statt. Man sieht wiederum, dass lediglich der Concentrationsgrad der Säure es ist, wovon es abhängt, ob die von mir beschriebenen Aetzfiguren auftreten oder nicht. Es wird daraus höchst wahrscheinlich, dass die von Tenne geprüften Krystalle, bei welchen der genannte Forscher die unsymmetrischen Eindrücke nicht erhielt, solche nur aus dem Grunde nicht gaben, weil die dabei angewandte Säure nicht den richtigen Concentrationsgrad besass, indem sie wahrscheinlich noch zu concentrirt war.

Von den Krystallen des Handstückes III ätzte ich den bei den Messungen oben an erster Stelle aufgeführten. Die beiden Prismenflächen, welche einen Winkel von $59^0\ 56\frac{3}{4}'$ einschliessen, zeigen zahlreiche, gut gebildete, unsymmetrische Eindrücke, welche auf jeder einzelnen Fläche fast sämmtlich von gleicher Stellung sind. Nach den mitgetheilten, an Krystallen der anderen Handstücke erhaltenen Resultaten schien es mir überflüssig, weiteres Material der Aetzung mit Flusssäure zu opfern.

Die erneute Durchsicht der früher von mir mit Salzsäure hergestellten Präparate bestätigte im Wesentlichen meine damaligen Angaben hinsichtlich der auf $0P$ auftretenden Aetzfiguren. Dieselben zeigen auf den glänzender gebliebenen Theilen der Basis die Lage von Tritopyramiden und treten daselbst zuweilen in zwei (entgegengesetzten) Stellungen auf, entsprechend der Zwillingsbildung nach $\infty P2$. Bei der Untersuchung von

Platten, welche parallel einer Fläche des Protoprismas geschliffen waren, im parallelen polarisirten Lichte konnte ich, auch bei Anwendung eines empfindlichen Gypsblättchens, keinerlei Unterschied im optischen Verhalten der in den Zwillingsgrenzen zusammenstossenden Theile erkennen.

Fasse ich das Resultat des hier Mitgetheilten zusammen, so glaube ich nunmehr mit doppeltem Rechte behaupten zu dürfen, dass der Nephelin der pyramidalen resp. trapezoëdrischen Hemiëdrie, verbunden mit Hemimorphismus nach der Hauptaxe, unterliege.

XXXIX. Kürzere Originalmittheilungen und Notizen.

1. M. Weibull (Alnarp, Schweden): **Ueber krystallisirten Fluocerit von Österby in Dalarne.** Von diesem Minerale habe ich früher die auf der Fundgrube gewöhnliche derbe Varietät beschrieben*). Die ganz gut übereinstimmenden Analysen führten zu der Formel $\overset{III}{R}_2 O(F, OH)_4$, wo $\overset{III}{R} = \overset{III}{Ce}$, $\overset{III}{La}$ und $\overset{III}{Di}$; oder es lag ein basisches Fluorid von *Ce* etc. vor, welches einer beginnenden Zersetzung unter Austausch von Fluor gegen Wasser unterworfen gewesen war.

Ueber die Krystallform war nichts festzustellen; nur wurde durch optische Untersuchung constatirt, dass das Mineral doppeltbrechend ist. Durch Herrn Ingenieur Witt in Falun erhielt ich vor einigen Jahren eine Stufe Quarz von Österby, welche zwei Krystalle von dem genannten Minerale enthielt. Durch Behandeln mit Flusssäure konnte ich dieselben vollständig isoliren. Freilich waren sie schlecht ausgebildet, aber es gelang an ihnen das Krystallsystem zu constatiren und ein approximatives Axensystem zu berechnen.

Der eine Krystall ist deutlich hexagonal-prismatisch, doch ist nur die eine Hälfte mit den aneinander grenzenden Prismenflächen m, m' und m'' ausgebildet, die andere Hälfte ist gerundet und uneben — wie es gewöhnlich der Fall ist bei unseren pegmatitischen Mineralien. Die Flächen sind ziemlich eben, aber rauh und nur mit dem Contactgoniometer messbar. Die Winkelwerthe der Flächen $m : m'$ und $m' : m''$ liegen zwischen $59\frac{1}{2}^0$—61^0; schon dadurch ist das hexagonale System wahrscheinlich; die optische Untersuchung des anderen Krystalles hat dies bestätigt. Zwischen $m(10\bar{1}0)$ und $m'(01\bar{1}0)$ liegt symmetrisch eine pyramidale Fläche, welche daher als die primäre Pyramide zweiter Ordnung $p(11\bar{2}2)$ bezeichnet wird. Die Winkel $(11\bar{2}2):(10\bar{1}0)$ und $(11\bar{2}2):(01\bar{1}0)$ konnten nur approximativ gemessen werden und gaben übereinstimmend ca. 51^0. Davon leitet sich das Axenverhältniss $a : c = 1 : 1,06$ ab, das natürlich nur provisorisch ist.

Der andere Krystall, welcher nur zwei Prismenflächen zeigte, wurde zur optischen Untersuchung benutzt. Der Schliff nach dem einen Prisma $m(10\bar{1}0)$ zeigte eine längs der Trace zu $m'(01\bar{1}0)$ parallele Auslöschung und gleichzeitig eine nicht zu verkennende Spaltbarkeit oder Absonderung nach (0001). Der gegen das Prisma senkrechte Schliff zeigte sich bei gekreuzten Nicols in jeder Stellung dunkel. Eine nähere optische Untersuchung war unmöglich, da die frische Substanz nur sehr untergeordnet, von trüben Umwandlungsproducten umgeben, vorkam.

---

*) Geol. För. Förh. (Stockholm) 8, 496. Ref. in dieser Zeitschr. 15, 431.

Es ist zu erwarten, dass der Fluocerit als ein basisches Haloidsalz Beziehungen sowohl zu Haloidsalzen, als zu den Oxyden zeigen wird. In der That steht er in naher morphotroper Relation u. a. zu folgenden krystallographisch untersuchten Substanzen, von denen die mit einem * bezeichneten auch einen ähnlichen Formentypus zeigen.

	System:	Prismenwinkel:	Axenverhältniss:
Eisenchlorid Fe_2Cl_6	hex.	60^0	$a:c = 1:1,235$
*Tysonit $(CeLaDi)_2Fl_6$	hex.	60	$a:c = 1:1,3736$
*Fluocerit $(CeLaDi)_2OFl_4$	hex.	60	$a:c = 1:1,06$ appr.
*Lanthanoxyd La_2O_3 *)	rhomb.	59	$a:c = 1:1,213$
Eisenglanz Fe_2O_3	hex.-rhomboëdr.	60	$a:c = 1:1,359$
*Korund Al_2O_3	hex.-rhomboëdr.	60	$a:c = 1:1,364$

Zu bemerken ist, dass hier die Formeln der Haloidverbindungen und das Axenverhältniss bei dem Tysonit verdoppelt sind. Das oben angeführte künstliche Lanthanoxyd hat einen ganz pseudo-hexagonalen prismatischen Habitus, daher zum Vergleich nur das Verhältniss $a:c$ angeführt ist.

2. E. Nickel (in Berlin): **Ueber die Beweisführung in der Zonenlehre.** In der Zonenlehre kann man bekanntlich die Beweisführung aus der Mathematik des Raumes auf die Mathematik der Ebene zurückführen, wenn die Flächen sich selbst parallel so lange verschoben werden, bis sie alle durch einen bestimmten Punkt der Z-Axe (bezw. einer anderen Axe) gehen. Den Flächen entsprechen dann Linien und den Linien (im Allgemeinen) Punkte. Ist F das Symbol der Fläche, L dasjenige der Linie und P dasjenige des Punktes, so lässt sich die Vereinfachung kurz in folgender Weise darstellen. Die Aufgabe »L aus F und F'« geht über in: P aus L und L', während die Aufgabe »F aus L und L« zurückgeführt wird auf: L aus P und P'. Ist für den Raum die Bedingung zu ermitteln, unter der $F \parallel F' \parallel F''$, so führt dies für die Ebene zur Bedingung, wann L, L' und L'' sich in P schneiden.

Die ganze Beweisführung dieser Aufgaben läuft nach ihrer Zurückführung auf die Ebene darauf hinaus, Beziehungen zu ermitteln zwischen den Parametern von Linien und den Coordinaten von Punkten.

Sind x und y die Coordinaten von P, r bezw. s die Parameter einer Linie, die durch P geht, so gilt, wie aus der analytischen Geometrie bekannt ist, sowohl für schiefwinklige, als auch für rechtwinklige Coordinaten die Gleichung

$$\text{(I)} \qquad \frac{x}{r} + \frac{y}{s} = 1.$$

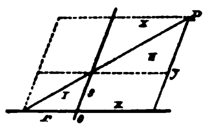
Für eine zweite Linie mit den Parametern r' und s' gilt die Gleichung

$$\text{(II)} \qquad \frac{x}{r'} + \frac{y}{s'} = 1.$$

Hieraus lassen sich bei der Einfachheit der Gleichungen die Werthe der beiden Unbekannten, welche den gemeinsamen Punkt, den Schnittpunkt, bestimmen, leicht berechnen.

*) Künstlich von Nordenskiöld dargestellt; künstliches Ceroxyd ist dagegen *regulär.*

Für den Fall, dass man nicht auf die analytische Geometrie Bezug nehmen will, bringe ich folgendes Verfahren in Vorschlag, welches, wie mir scheint, der Anschaulichkeit und Kürze wegen den Vorzug verdient. Zur Erläuterung diene die beistehende Figur, in welcher die Bezeichnungen r, s, x und y in dem früheren Sinne gebraucht sind, während der Axenwinkel mit α bezeichnet ist. Aus dem Satze von den »Ergänzungsparallelogrammen« ergiebt sich, indem man den Inhalt derselben trigonometrisch ausdrückt, die Gleichung: $xs . \sin\alpha = r(y-s) . \sin\alpha$ oder vereinfacht $xs - yr + rs = 0$.



Auch die Aehnlichkeit der Dreiecke I und II führt zu dieser Gleichung. Dieselbe ist, wie sich aus ihrer Entstehung ergiebt, vom Axenwinkel unabhängig. — Bei anderen Lagen der Linie ergeben sich gleichartige Ausdrücke. Nur die Zeichenfolge ist eine andere. Deshalb mag uns vorläufig das Pluszeichen das gemeinsame Symbol für additive und subtractive Rechnungen sein. In diesem Sinne schreiben wir, indem wir die Specialisirung in Bezug auf die Zeichen der späteren Erörterung vorbehalten,

$$xs + yr + rs = 0$$

oder (Ia) $$\frac{x}{r} + \frac{y}{s} + 1 = 0.$$

I. Diese Form ist für die weiteren Rechnungen am brauchbarsten. Sie soll uns jetzt als Grundlage für die Aufgabe »L aus F und F'« dienen. Sind h, k, l die Indices der Fläche F, so sind ihre Parameter

$$\frac{a}{h} \quad \frac{b}{k} \quad \frac{c}{l}.$$

Wird die Fläche parallel sich selbst so lange verschoben, bis sie die c-Axe in der Entfernung c vom Anfangspunkte der Axen schneidet, so werden die Parameter der verschobenen Fläche

$$\frac{al}{h} \quad \frac{bl}{k} \quad c.$$

Die beiden ersten Ausdrücke sind die Parameter der »Schnittlinie«, welche in der Axenebene ab durch die Verschiebung der Fläche F entsteht. Führt man dieselben in die Gleichung (Ia) ein, so erhält man

$$\frac{xh}{al} + \frac{yk}{bl} + 1 = 0$$

oder $$\frac{x}{a} \cdot h + \frac{y}{b} \cdot k + l = 0.$$

Die Eigenart der krystallographischen Rechnungen gestattet eine weitere Vereinfachung dieser Gleichung. Nicht auf die absoluten Werthe von x und y kommt es an. Wenn beispielsweise a den irrationalen Werth von $\sqrt{2}$, b denjenigen von $\sqrt{3}$ hat, so soll nur ermittelt werden, welches rationale Vielfache von $\sqrt{2}$ dem Werthe x beizumessen ist, während y in einem anderen Maassstabe: $\sqrt{3}$ zu messen ist. So lange wir uns dessen bewusst bleiben, dass x in den Ein-

heiten a, y in den Einheiten b auszudrücken ist, brauchen wir diese Maassstäbe in der Rechnung nicht weiter fortzuführen und schreiben einfach

$$\text{(III)} \qquad xh + yk + l = 0.$$

Da es sich bislang nur um eine Fläche handelte, können x und y als die Coordinaten eines beliebigen Punktes der »Schnittlinie« gelten. Tritt jedoch eine zweite Fläche mit den Indices h' k' l' hinzu, so werden durch die zweite Gleichung

$$\text{(IV)} \qquad xh' + yk' + l' = 0$$

x und y zu Coordinaten des »Zonenpunktes«. Bevor wir zur Auflösung übergehen, wollen wir jedoch die Specialisirung in Bezug auf die Zeichen vornehmen. Falls h k l bezw. h' k' l' — dem gewöhnlichen Falle entsprechend — positiv genommen werden, können natürlich nicht auch noch x nebst y positiv sein. In diesem Falle müssen sich x oder y oder beide negativ ergeben. Bei den Zahlenbeispielen kommen wir noch auf diese Beziehung zurück. Unter der obigen Annahme ergiebt die Auflösung der beiden Gleichungen

$$x = \frac{kl' - lk'}{hk' - kh'} = \frac{u}{w} \qquad y = \frac{lh' - hl'}{hk' - kh'} = \frac{v}{w}.$$

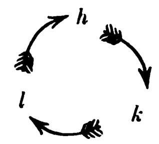
Wäre die Rechnung mit Beibehaltung von a und b durchgeführt worden, so würde sich $x = \frac{a \cdot u}{w}$, $y = \frac{b \cdot v}{w}$ ergeben haben. Es bestätigt dies unsere obige Anschauung.

Die Schnittrichtung von F und F' ist nunmehr bestimmt durch die Diagonale eines Parallelepipeds, dessen Grundkanten die Werthe für x und y haben, während die Höhe (im Maassstabe c) $= 1$ ist. Die Richtung der Diagonale bleibt dieselbe, wenn alle Kanten auf das w-fache wachsen, so dass sie durch die Reihe

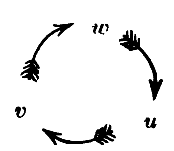
$$\begin{matrix} u & v & w & \text{bezw.} \\ kl' - lk' & lh' - hl' & hk' - kh' & \end{matrix}$$

darzustellen sind.

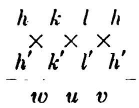
Von diesen drei Werthen verdient der letzte aus dem Grunde den Vorzug, weil er nur die beiden ersten Indices von F bezw. F' enthält. Alle drei Werthe stehen zu einander im Verhältnisse der »cyclischen Vertauschung«:



$$\begin{aligned} \text{I.} \quad & hk' - kh' = w \\ \text{II.} \quad & kl' - lk' = u \\ \text{III.} \quad & lh' - hl' = v. \end{aligned}$$



Für numerische Rechnungen ist es bequemer, die cyclische Vertauschung durch Vermittelung des bekannten Schemas vorzunehmen. Man kann dasselbe übrigens etwas kürzen.



Dabei wird allerdings der dritte Werth im Cyclus zuerst gebildet. Die obigen Differenzen lassen sich mathematisch als »Determinante zu vier Elementen« kennzeichnen, wie sie bei der Auflösung von Gleichungen ersten Grades

mit zwei Unbekannten entstehen, und es empfiehlt sich wohl, jenen Ausdruck, der ja auch den mathematischen Schulbüchern*) nicht mehr fremd ist, aus der Lehre von den Gleichungen schon für die Anfangsstufe in die Krystallographie hinüberzunehmen.

Es ist noch zu beachten, dass die erste Determinante zur c-Axe gehört, während ihre vier Bestandtheile sich auf die Axen a und b beziehen. Entsprechend liegen die Verhältnisse für die beiden anderen Determinanten, so dass es leicht ist aus der Determinante selbst zu ersehen, welcher Axe sie angehört.

II. Die Ermittelung der Bedingung für die Tautozonalität dreier Flächen lässt sich eng an die obigen Beziehungen anschliessen. Es seien F, F' und F'' drei verschiedene Flächen, ihre Indices $h\ k\ l$, $h'\ k'\ l'$, $h''\ k''\ l''$. Dann gelten nach III folgende Gleichungen:

$$\text{(III)} \quad \text{für } F \quad xh + yk + l = 0$$
$$\text{(IV)} \quad \text{für } F' \quad xh' + yk' + l = 0$$
$$\text{(V)} \quad \text{für } F'' \quad xh'' + yk'' + l = 0.$$

Wenn x und y in diesen drei Gleichungen gemeinsam gelten sollen, so werden x und y zu Coordinaten desjenigen Punktes, welcher allen drei »Schnittlinien« gemeinsam ist. Sie ergeben — mit anderen Worten gesagt — den Zonenpunkt der drei Linien. Nun sind aber die Werthe für x und y schon durch die beiden ersten Gleichungen bestimmt. Es wird deshalb die dritte Gleichung mit den beiden gleichen Unbekannten nur zulässig sein, wenn die »Wurzeln« der beiden ersten Gleichungen, welche wir der Kürze halber mit $\frac{u}{w}$ und $\frac{v}{w}$ bezeichnet haben, der Gleichung genügen. So ergiebt sich

$$\frac{u}{w} \cdot h'' + \frac{v}{w} \cdot k'' + l'' = 0$$

oder

$$\text{(VI)} \qquad uh'' + vk'' + wl'' = 0.$$

Nur wenn diese Bedingung erfüllt ist, lassen sich die drei Flächen so verschieben, dass sie sich in den neuen Lagen in einer Linie schneiden, deren Richtung bestimmt ist einerseits durch den Zonenpunkt, andererseits durch den Einheitspunkt der c-Axe. Die drei Flächen liegen mithin in einer Zone.

III. (F aus L und L'.) Wenn eine Fläche mit den gesuchten Indices $h\ k\ l$ gleichzeitig durch zwei Zonen $u\ v\ w$, $u'\ v'\ w'$ gehen soll, so müssen bekanntlich die beiden Gleichungen

$$uh + vk + wl = 0$$
$$u'h + v'k + w'l = 0$$

gelten. Aus diesen zwei Gleichungen mit drei Unbekannten lassen sich zwar die Unbekannten selbst nicht berechnen, wohl aber ihre Verhältnisse, auf welche es ja in diesem Falle auch allein ankommt. Zu diesem Zwecke dividirt man jede der Gleichungen durch l und sieht h/l bezw. k/l als Unbekannte an.

$$u \cdot \frac{h}{l} + v \cdot \frac{k}{l} + w = 0$$

$$u' \cdot \frac{h}{l} + v' \cdot \frac{k}{l} + w' = 0.$$

*) Vgl. z. B. Bardey, Reidt, Heilermann und Dieckmann.

Die Aehnlichkeit im Bau dieser Gleichungen mit den früheren, die unter III und IV verzeichnet sind, gestattet es, die frühere Auflösung zu benutzen, nur dass $h = u$, $k = v$ ... zu setzen ist. In die Determinanten treten an Stelle der sechs Indices also sechs Zonenwerthe ein und es wird

$$\frac{h}{l} = \frac{vw' - wv'}{uv' - vu'}$$

$$\frac{k}{l} = \frac{wu' - uw'}{uv' - vu'}.$$

Demnach $h : k : l = vw' - wv' : wu' - uw' : uv' - vu'$.

Bei der eben erläuterten Wechselbeziehung zwischen Zonen und Flächen ist es leicht, derselben einen gemeinsamen Ausdruck zu verleihen. Diese Wechselbeziehung erstreckt sich, wie bereits angedeutet wurde, auch auf die Zeichen. Haben die Flächen durchgehend positive Werthe, so müssen in der Zone negative Werthe vorkommen. Es sei mir zum Schlusse gestattet, dies kurz durch einige Zahlenbeispiele zu bestätigen.

Beispiele:

	I.	II.
Fläche	123	011
Fläche	113	122
Zone	$30\bar{1}$	$01\bar{1}$
Fläche	$\bar{3}11$	432
	×××	×××
Zone	$\bar{1}\bar{5}2$	$1\bar{2}1$
	+ − +	+ − +
Probe der Tautozonalität	352	462
	0	0

8. L. Buchrucker (in München): **Beitrag zur Kenntniss des künstlichen Babingtonit.** Auf Anregung des Herrn Prof. Dr. Groth unternahm ich im hiesigen mineralogischen Institute eine genauere krystallographische Untersuchung des künstlich krystallisirten Babingtonits. Es sollte nicht nur aus einer grösseren Anzahl von Messungen ein möglichst genaues Axenverhältniss bestimmt, sondern vor Allem auch durch eine gewisse Stellung der Krystalle die Analogien mit dem Pyroxen erhellt werden.

Es standen mir für diese Untersuchung zur Verfügung nicht nur jene krystallisirte Bessemerschlacke von Hörde, über welche Groth und Scheerer bereits eine kürzere Notiz (Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1871, Nr. 3) veröffentlicht hatten, und welche von H. Klemm (Inaug.-Dissert., Jena 1873) analysirt worden ist, sondern auch jenes Schlackenstück aus den Convertoren von Witkowitz in Mähren, an dem G. vom Rath (Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. 5. Dec. 1877) Messungen angestellt und auch ein Axenverhältniss daraus berechnet hat, welch letzteres jedoch sich aus den Fundamentalwinkeln anders berechnet, als es von vom Rath angegeben wird.

Zum Vergleich der Krystalle mit der später angenommenen, dem Pyroxen analogen Stellung, und auch zur Berichtigung des von vom Rath angegebenen Axenverhältnisses, habe ich nochmals die Berechnung durchgeführt für die Stellung der Krystalle, wie sie zuerst von Groth vorgeschlagen und später von vom *Rath angenommen* wurde.

Die Fig. 1 auf folgender Seite stellt einen Krystall von tafeligem Habitus dar, zugleich mit der neu beobachteten Fläche k. Es ist:

$$c = \{001\}0P \qquad l = \{110\}\infty P'_{,}$$
$$a = \{100\}\infty\breve{P}\infty \qquad r = \{101\}'\breve{P}'\infty$$
$$b = \{010\}\infty\bar{P}\infty \qquad k = \{0\bar{1}1\}'\bar{P}'\infty.$$
$$t = \{1\bar{1}0\}\infty'_{,}P$$

Acht sehr schön ausgebildete und ebenflächige Krystalle der Druse von Hörde, die theilweise ganz vorzügliche Reflexe gaben, dienten zu Messungen, von denen die folgenden besten Mittelwerthe als Fundamentalwinkel angenommen wurden. Zum Vergleich sind die von vom Rath beigefügt.

			G. vom Rath:
$a : c$	$= (100):(001)$	$= 69^0 16'$	$68^0 56'$
$c : b$	$= (001):(010)$	$= 85\ 59$	$86\ 2$
$a : l$	$= (100):(110)$	$= 48\ 10$	$48\ 12$
$l : b$	$= (110):(010)$	$= 44\ 35$	$44\ 30$
$c : r$	$= (001):(101)$	$= 43\ 39$	$43\ 30$

Hieraus berechnen sich die Axenwinkel im vorderen oberen rechten Oktanten zu:

			G. vom Rath:
(bc)	$\alpha =$	$95^0 20' 46''$	$95^0 18' 0''$
(ac)	$\beta =$	$111\ 1\ 8$	$111\ 20\ 43$
(ab)	$\gamma =$	$85\ 31\ 32$	$85\ 33\ 58$

und das Axenverhältniss zu:

$$\breve{a} : \breve{b} : \dot{c} = 1{,}13216 : 1 : 1{,}80990;$$

während vom Rath das Verhältniss

$$\bar{a} : \breve{b} : \dot{c} = 1{,}13703 : 1 : 3{,}33695$$

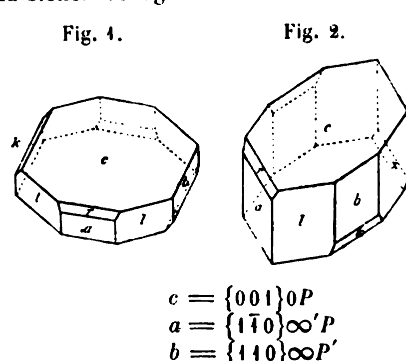
angiebt, welches offenbar einen Druck- oder Rechnungsfehler für die c-Axe enthält, da das Verhältniss $\bar{a} : \dot{c}$ ja nur aus der Neigung der r-Fläche berechnet werden konnte, die vom Rath primär als (101) angenommen hat.

Hervorgehoben mag noch werden, dass nur an einem Krystalle der Hörder Schlackendruse die Fläche $k\{0\bar{1}1\}$ beobachtet wurde; da sonach nur eine Winkelmessung vorgenommen werden konnte, so erklärt sich die Differenz zwischen dem gemessenen und dem aus den Axen berechneten Werthe.

		Gemessen:	Berechnet:
$b : k$	$= (010):(0\bar{1}1)$	$= 31^0 10\frac{1}{2}'$	$31^0 33'$
$c : l$	$= (001):(110)$	$= 72\ 31$	$72\ 28\frac{3}{4}$
$a : b$	$= (100):(010)$	$= 92\ 45$	$92\ 44\frac{1}{2}$
$b : t$	$= (0\bar{1}0):(1\bar{1}0)$	$= 41\ 57$	$41\ 59\frac{1}{2}$
$a : t$	$= (100):(1\bar{1}0)$	$= 45\ 26$	$45\ 16\frac{3}{4}$

Der Habitus der Krystalle von der Hörder Bessemerschlacke ist demjenigen der Witkowitzer Krystalle äusserst ähnlich und ebenso wie jener ein zweifacher, indem durch Vorherrschen der Basis gegenüber den Flächen der Prismenzone einmal eine tafelige Krystallform entstanden ist, wie in Fig. 1, das andere Mal dadurch, dass die Basis mit den prismatischen Flächen nahezu im Gleichgewichte steht, ein dem Pyroxen ähnliches Aussehen hervorgerufen wird, welches in Fig. 2 dargestellt ist.

Wie andere krystallisirte Hüttenproducte zeigen auch diese künstlichen Babingtonitkrystalle häufig trichterförmige Einsenkungen ihrer Flächen. Bei auffallendem Lichte haben sie einen lebhaften, bronzefarbenen, halbmetallischen Glanz, im durchfallenden Lichte besitzen die dünntafelförmigen Krystalle eine braune Farbe und lassen noch deutlich einen schwachen Pleochroismus erkennen zwischen einem dunkleren und helleren Braun. Die Krystalle sind äusserst spröde und stehen bezüglich der Härte zwischen der des Feldspathes und Quarzes.



Bei der Stellung der Krystalle, wie sie in Fig. 1 dargestellt, gehen die Hauptspaltungsrichtungen parallel dem Brachy- und Makropinakoid. Da nun diese Richtungen, nach a und b, einen Winkel einschliessen, der dem Spaltungsprisma des Pyroxen sehr nahe steht, so habe ich den Krystallen die Stellung gegeben, wie sie aus Fig. 2 ersichtlich; es ist nun:

$c = \{001\}0P$ $\qquad l = \{100\}\infty\breve{P}\infty$

$a = \{1\bar{1}0\}\infty'P$ $\qquad r = \{2\bar{2}1\}2'P$

$b = \{110\}\infty P'$ $\qquad k = \{22\bar{1}\}2P,.$

$t = \{010\}\infty\bar{P}\infty$ *)

Die Flächen a und b bilden demnach das linke resp. rechte Grundprisma, und die Basis c ist dabei nach links vorne geneigt.

Das Spaltungsprisma am Pyroxen hat nach Kokscharow vorne einen Winkel von $92^0\ 53'\ 28''$, während der Winkel beim Babingtonit

$$a : b = 92^0\ 45'$$

beträgt, also nur um etwa $9'$ abweicht.

Eine weitere Aehnlichkeit mit dem Pyroxen besteht darin, dass die beiden Flächen r und k ihre analogen Vertreter am Pyroxen haben, und dass das Axenverhältniss, wie auch die Axenschiefe β sich entsprechend ähnlich am Pyroxen wiederfinden, wie noch gezeigt werden wird.

Bei der Berechnung der neuen Axenelemente sind die gleichen Fundamentalwerthe eingeführt worden, wie im ersten Falle, und zur Ausmittelung der abgeleiteten Formen sind nicht die gemessenen Werthe benutzt worden, sondern die aus dem ersten Axenverhältnisse berechneten.

Für die ebenen Axenwinkel im vorderen, rechten, oberen Oktanten wurde so gefunden:

$$\alpha = 77^0\ 32'\ 44''$$
$$\beta = 108\ \ 34\ \ \ 0$$
$$\gamma = 97\ \ \ 6\ \ 55$$

Die nach hinten abfallende Basis am Pyroxen schliesst nach Kokscharow mit dem Orthopinakoid $\{100\}$ einen Winkel von $105^0\ 48\frac{1}{2}'$ ein, welcher Werth demjenigen am Babingtonit ziemlich nahe steht.

Auch das Axenverhältniss zeigt mit demjenigen des Pyroxens sehr viel Aehnlichkeit. Gefunden wurde am künstlichen Babingtonit:

$$\breve{a} : b : \dot{c} = 1,08066 : 1 : 0,62370$$

und am Pyroxen ist das Verhältniss:

*) In Fig. 2 ist t für x zu setzen.

$$\breve{a} : \breve{b} : \acute{c} = 1{,}0903 : 1 : 0{,}5893.$$

Noch näher stehen die von mir untersuchten Krystalle natürlich dem ebenfalls asymmetrischen Pajsbergit, wie ein Vergleich mit der ausführlichen Arbeit über krystallisirten Rhodonit von G. Flink (diese Zeitschr. 11, 506) lehrt. Für diesen giebt der Verf. das Axenverhältniss an wie folgt:

$$\breve{a} : \breve{b} : \acute{c} = 1{,}0727 : 1 : 0{,}62104.$$

Auch optisch stimmen unsere Krystalle mit den von Flink untersuchten asymmetrischen Gliedern der Pyroxengruppe überein. Die Auslöschungsschiefe auf der Basis schliesst mit der Combinationskante $a : c$ einen Winkel von 31° bez. 59° ein, und der Austritt einer optischen Axe erfolgt durch eine Fläche, welche nahezu normal zur Fläche r gerichtet ist.

Zur allgemeinen Uebersicht ist nachstehende Winkeltabelle beigefügt worden, welche die von mir gemessenen und berechneten Werthe enthält, und der ich die correspondirenden Kantenwinkel beigefügt habe, die Flink am Pajsbergit berechnet hat.

	Gemessen:	Berechnet:	Pajsbergit:
$c : l = (001) : (100)$	= 72° 31′	72° 28′ 50″	72° 36′ 30″
$c : t = (001) : (010)$	= 78 59	79 12 10	78 42 10
$c : b = (001) : (110)$	= 85 59½	—	86 23 30
$b : t = (110) : (010)$	= 41 57	41 59 46	41 38 30
$l : b = (100) : (110)$	= 44 35	—	45 55 30
$a : l = (1\bar{1}0) : (100)$	= 48 10	—	48 33
$a : t = (1\bar{1}0) : (010)$	= 45 26	45 16 0	45 53
$a : c = (1\bar{1}0) : (001)$	= 69 16	—	68 44 30
$c : r = (001) : (221)$	= 43 33	—	43 7 30
$t : l = (0\bar{1}0) : (100)$	= 93 36	93 25 3	94 26
$a : b = (1\bar{1}0) : (110)$	= 92 37	92 45 0	92 28 30
$b : k = (100) : (22\bar{1})$	= 31 10½	31 33 0	31 13 30
$t : l = (010) : (100)$	= 86 32	86 34 46	85 34

Die Winkelschwankungen zwischen dem künstlichen Babingtonit und Rhodonit, welche auch im Axenverhältnisse zum Ausdruck kommen, dürften wohl einer morphotropischen Wirkung zuzuschreiben sein, welche die grösseren Mengen von Eisenoxydul und die Abnahme des Manganoxyduls verursacht haben. Um diese Verschiedenheit der chemischen Zusammensetzung beider Körper zu zeigen, mögen noch die beiden Analysen hier Platz finden, die Igelström vom Pajsbergit und Klemm von der in Rede stehenden Bessemerschlacke ausgeführt haben.

	Pajsbergit:	Babingtonit:
SiO_2	46,46	48.89
MnO	41,88	2,39
Mn_2O_3	—	10,91
FeO	3.31	29.48
Fe_2O_3	—	5,34
CaO	8.13	1.81
MgO	0.91	1.13
	100.69	100.25

4. R. Soltmann (z. Z. in München): **Analyse eines Melanits von Oberrothweil im Kaiserstuhl** (Mitth. aus dem min. Lab. d. Polyt. Karlsruhe XXI). Bei einem Aufenthalte während des letzten Sommersemesters in Karlsruhe hatte ich Gelegenheit, unter Leitung des Herrn A. Knop einen Melanit von Oberrothweil im Kaiserstuhl zu analysiren. Da die Analysen Abweichungen von solchen anderer Vorkommnisse desselben Gebirges ergaben, so lasse ich den Gang und die Resultate kurz in dem Nachstehenden folgen.

Bei der Analyse wurde der von A. Knop*) angegebene Gang im Ganzen und Grossen eingehalten.

Als Material wurden schön ausgebildete Krystalle benutzt.

Die feingepulverte, mit Salzsäure und Natronlauge gereinigte Substanz wurde mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen, die Kieselsäure abgeschieden und gewogen, sodann mit Flusssäure verjagt und aus dem Gewichtsverluste der Kieselsäuregehalt bestimmt. Zu bemerken ist dabei noch, dass bei dem Filtriren der Kieselsäure sich Titansäure abscheidet und in Folge dessen das Filtrat milchig ist; man wäscht daher aus, bis die Flüssigkeit wieder klar läuft. Der Rückstand wurde mit saurem schwefelsaurem Kali aufgeschlossen, Eisen, Aluminium und Titansäure als Hydrate mit Ammoniak gefällt und filtrirt. Im Filtrat wurde das Mangan mit Bromwasser gefällt und Kalk und Magnesia nach bekannter Methode als Oxalat, beziehungsweise Ammoniumphosphat abgeschieden. Die Hydroxyde von Eisen, Thonerde u. s. w. wurden mit zweifachschwefelsaurem Kali geschmolzen, in weinsäurehaltigem Wasser gelöst, das Eisen mit Schwefelammonium ausgefällt und filtrirt. Der Niederschlag mit Salpetersäure oxydirt und gelöst und alsdann mit Ammoniak als Hydroxyd gefällt. Im Filtrat wurde nach dem Eindampfen die Weinsäure durch Glühen verjagt und der Rückstand mit saurem schwefelsaurem Kali geschmolzen, in viel kaltem Wasser gelöst und die Titansäure durch Kochen gefällt. Im Filtrat wurde die Thonerde als Hydroxyd abgeschieden.

In einer Probe des ursprünglichen Materials wurde das Eisenoxydul durch Titriren mit Chamäleonlösung und die Alkalien nach der bekannten von J. Volhard angegebenen Methode bestimmt.

Da die Titansäure nicht rein war und Zirkonerde enthielt, wurde zur Trennung beider Körper folgender Weg eingeschlagen.

Die mit Bisulfat aufgeschlossene Titansäure wurde in Wasser gelöst und mit Wasserstoffsuperoxyd versetzt. Es schied sich beim Stehen ein weisser, feinpulvriger Niederschlag ab. Von diesem wurde abfiltrirt, der Rückstand mit kohlensaurem Natron-Kali aufgeschlossen und die Schmelze in wenig Wasser und einigen Tropfen Salzsäure gelöst. In der Lösung wurde die Zirkonsäure durch Kochen mit saurem kohlensaurem Ammon als weisses, körniges Pulver gefällt, geglüht und gewogen.

Als Mittel zweier Analysen ergab sich folgendes Resultat:

---

*) Diese Zeitschr. **10**, 58.

		Molekularverhältnisse:
SiO_2	30,48	0,508
TiO_2	11,01	0,138
ZrO_2	1,28	0,015
Al_2O_3	3,13	0,028
Fe_2O_3	15,21	0,095
Mn_2O_3	0,28	0,002
FeO	3,84	0,053
CaO	30,19	0,539
MgO	2,28	0,057
$Na_2O + K_2O$	1,65	0,020
Glühverlust	0,19	0,010
	99,54	

Da hiernach die Summe der Dioxyde zu gross ist, um auf die Granatformel zu passen, so ist es unsicher, welche Rolle die Titansäure in diesem Melanit spielt, resp. ob dieselbe nicht zum Theil als Ti_2O_3 in demselben enthalten ist. Von Interesse ist der bis jetzt noch nicht beobachtete Zirkonerdegehalt eines Minerals der Granatgruppe.

XL. Auszüge.

---

1. Bogdanowitsch (in St. Petersburg): **Türkisgruben von Maaden bei Nischapur in Persien** (»Gornyj Journal« [»Berg-Journal«] 1888, 4, 330). Der Türkis, welcher sich im Handel findet, stammt fast ausschliesslich aus Nischapur. Die verschiedenen Gelehrten, welche diesen Fundort beschrieben haben — Frazer, Chanykow, Schindler, Tietze — geben ganz abweichende Gesteinsbestimmungen. Der Verf., welcher die Lagerstätte an Ort und Stelle untersuchte, theilt in diesem Artikel eine ausführliche Beschreibung der stratigraphischen und petrographischen Verhältnisse des Fundortes mit.

Türkis findet sich am Berge Ali-Mirsa, N.W. vom Dorfe Maaden, meistens in einem eisenhaltigen, breccienartigen Pechstein, welcher den Felsit-Porphyren angehört; seltener und nur in tieferen Horizonten findet sich Türkis in einer typischen Breccie. Wie schon Frazer bemerkt hat, findet er sich ausschliesslich nur auf dem südlichen Abhange des Ali-Mirsa in einem Systeme von Gängen, deren Streichen NO. 2-3^h (im östl. Theile des Berges), NW. 8^h (im westl. Theile) und deren Mächtigkeit von 13 mm bis 3 mm schwankt. Das Mineral findet sich theils als Einschluss auf Brauneisenerzgängen und zwischen Breccienstücken. In einigen Fällen cementirt der Türkis einige Stücke des Gesteines. Es scheint, dass die Aluminiumphosphatlösung von oben eingedrungen ist.

In den Trachyten zwischen Burseljány und Biin-Dag (SO. von Kotschau) findet sich Sanidin (z. Th. in Karlsbader Zwillingen), welcher theils in Limonit, theils in Calcit pseudomorphosirt ist. Oft findet man Krystalle, welche im Kerne noch Feldspathsubstanz enthalten, dann folgt eine Schicht von Calcit, an der Oberfläche des Krystalles ist aber nur eine Limonitschicht vorhanden.

Ref.: W. Vernadsky.

2. N. Kozowski (in St. Petersburg): **Die Manganerzlagerstätten und die Manganindustrie in Transkaukasien** (Ebenda, 1—29). Meist rein technischen Inhaltes. Die Manganerze (Pyrolusite) bei der Station Adschamet liegen in einem kalkigen Sandsteine. Die folgenden Analysen des Manganerzes sind durch Herrn Pilipenko ausgeführt worden.

	I.	II.	III.
H_2O	0,61	1,04	5,78
Unlösl. in Säuren	0,47	5,04	8,47
SiO_2	0,89	4,36	7,38
P_2O_5	1,12	1,02	1,16
Metallisches Mn	57,02	55,00	45,50
P	0,48	0,45	0,48

Ref.: W. Vernadsky.

3. Derselbe: Die Manganerzfundorte im Gouvernement Ekaterinoslaw (Gornozavodskij Zistok [Berg- und Hüttenblatt], Kharkow 1888, 1, 269—271). Diese Manganerze (Pyrolusite) sind i. J. 1883 entdeckt worden und finden sich im Kreise Ekaterinoslaw, am Pokrowskaja bei den Flüssen Solenaja und Buzuluk. Sie sind schon früher von Kozowski geschildert worden (Gornyj Journal 1886). Seit 1886 hat man mehr als 600 000 Pud Manganerz gewonnen.

Am linken Ufer der Solenaja liegt Manganerz in einem manganhaltigen Thone.

Von den folgenden Analysen sind I und II mit unreinem Material an Ort und Stelle ausgeführt worden.

	I.	II.	III.	IV.
MnO_2	65,72	64,57	85,07	81,03
P	0,34	0,20	Spur	0,36
Fe_2O_3	3,20	3,21	1,23	1,90
Unlöslich	10,94	13,16	—	—
SiO_2	—	—	8,10	9,33
CuO	—	—	1,37	1,95
S	—	—	0,08	0,07
MgO	—	—	1,08	0,85
			96,93	96,43

Ref.: W. Vernadsky.

4. P. Davydow (in ?): **Silberbleierze von Hoch-Abchasien** (Ebenda 84—85). Silberhaltiger (0,066 % Ag) Bleiglanz findet sich am Berge Dsyschra. Hier waren alte Silbergruben der Könige von Abchasien. Der dichte Bleiglanz bildet Gänge.

Ref.: W. Vernadsky.

5. Gamow (in ?): **Ein Fundort von Silberbleierz im Kaukasus** (Ebenda 172). Neuerdings hat man ziemlich reiche Silberbleierze im nördlichen Kaukasus, SW. von Batalpaschinsk, 15 Werst von der Eisenbahnstation Indysch, gefunden. Silberhaltiger Bleiglanz liegt theilweise in Quarzit (in einem Gange von ockerhaltigem verwittertem Quarz am Ekaterinin'schen Fundorte bei Chassak), theilweise in Glimmerschiefer (Deuts Fundort, 13 Werst von der Poststation Indysch), in Utschkalan mit Quarz im Syenit. In Djalankol bei Indysch findet sich Bleiglanz mit Kupferkies und Zinkblende in einem Kalkspathgange im Quarzit; zwischen Kalkspath und Quarzit tritt eine dünne Lage von Zinkblende auf.

Nach der Analyse von Antipov enthält der Bleiglanz vom Ekaterinin'schen Fundorte 48 % Pb.

Ref.: W. Vernadsky.

6. P. A. Zemjatschensky (in St. Petersburg): **Ueber die Phosphorite des Kreises Zisdra, Gouvernement Kaluga** (Zemledeltscheskaja Gazeta [Landwirthschaftliche Zeitung], Sept. 1888, S. 845—846). Die Phosphorite dieses Kreises bestehen aus sandigen Concretionen, welche in den Sanden, theilweise im Ackerboden selbst, liegen. Das Cement dieser Concretionen besteht theils aus phosphorsaurem, theils aus kohlensaurem Kalke. Im Sande findet man ausser Quarz noch Glaukonitkörner. Phosphorsäuregehalt der Concretionen bis 22 % P_2O_5. Nach dem Verf. sind sie sehr ähnlich den Phosphoriten des Kreises **Roslawl,** Gouvernement Smolensk.

Ref.: W. Vern.

7. **H. Bäckström** (in Stockholm): **Krystallform einer Dinitro-α-Naphtoësäure** (aus Ekstrand »Ueber Naphtoësäuren 2«, Öfvers. Sv. Vet.-Akad. Förh., Stockholm 1887, 79). Die Constitution der genannten Säure ist noch nicht bekannt; Schmelzpunkt 218°.

Krystallsystem: Rhombisch.

Axenverhältniss: $a : b : c = 0,9731 : 1 : 1,4424$.

Die auftretenden Formen sind $\{111\}$, am häufigsten allein und immer vorherrschend, daneben $\{001\}$ als schmale Abstumpfung. An mikroskopischen Krystallen wurden auch beobachtet: $\{100\}$, sowie ein Makrodoma, flacher als die Grundpyramide.

	Gemessen:	Berechnet:
$(111):(\bar{1}11)$	= 77° 47′	—
$:(1\bar{1}1)$	= 80 22	—
$:(11\bar{1})$	= 51 43	51° 36′

Ref.: H. Bäckström.

8. **L. Wulff** (in Schwerin i. M.): **Mittheilungen über die Krystallisation des Zuckers** (Zeitschr. d. Ver. f. d. Rübenzuckerindustrie d. D. Reiches 1888, 226—254. Mit einer Tafel).

III.*) Nachtrag über die Form der Zuckerkrystalle.

Bei Untersuchung der Nachproductfüllmassen aus der mit Melasseentzuckerung verbundenen Rositzer Fabrik zeigten sich zweierlei Krystalle. Die nadeligen Krystalle (welche sich bei höheren Temperaturen bilden), überwogen beim dritten Producte, die keilförmigen (welche sich vorwiegend bei Temperaturen unter 60° bilden), überwogen beim fünften Producte.

Bei der Krystallisation von Zuckerlösungen, die mit Traubenzucker versetzt waren, zeigten sich zweierlei Einflüsse des Traubenzuckergehaltes. War wenig Traubenzucker vorhanden, so zeigten die Krystalle an einem Ende keine ebenen Flächen; $p\{110\}$ fehlte oft ganz, dagegen war oft $q\{011\}$ gross, wenn auch uneben entwickelt. Der Habitus der Krystalle war der des Candis. Bei steigendem Traubenzuckergehalte trat allmählich p (ebenflächig) auf, so dass auch Flächencombinationen entstanden, wie sie bei Candis gefunden werden, aber der Habitus der Krystalle wurde platt nach $a\{100\}$. Die Beobachtungen wurden alle bei gleichen Temperaturen mit kleinen verdunstenden Lösungsportionen angestellt. Es besteht also ein hervortretender Unterschied in der Einwirkung der Raffinose und der des Traubenzuckers. Raffinose erzeugt je nach der Menge mehr oder minder deutlich 1) nadelige, 2) keilförmige, einendig rundliche, 3) platte quadratische Krystalle, und zwar treten diese drei Arten der Krystalle bei hohen, mittleren, resp. niedrigen Temperaturen auf, während die Einwirkung des Traubenzuckers bei gleicher Temperatur nach der Concentration differirt. Ueberwiegt der Traubenzuckergehalt, so krystallisirte der Traubenzucker neben und häufig zugleich mit Zucker aus. Portionen ebenderselben Lösung ergaben zuerst Traubenzuckerkrystalle, oder zuerst Zuckerkrystalle, je nachdem etwas Traubenzucker oder Zucker in kleinen Krystallen zugefügt wurde.

*) Ueber I und II ist referirt diese Zeitschr. 14, 500.

IV. Die Einwirkungen der Verunreinigungen auf Zucker.

Die Einwirkungen der Nichtzucker sind complicirter, als man meist annimmt. Verf. will in Abschnitt IV vor Allem die Schwierigkeit der Beurtheilung dieser Einflüsse darthun. Die Nichtzucker wirken entweder chemisch, oder physikalisch, oder in beiderlei Weise auf die Krystallisation des Zuckers.

Chemische Einwirkung. Zucker bildet mit den Salzen sehr leicht Doppelverbindungen. In diesen ist ein Theil des Zuckers der Lösung chemisch gebunden und also für die Krystallisation absolut verloren. Die Bildung dieser Doppelverbindungen und die Natur derselben ist von der Temperatur abhängig, auch je nach der Concentration der Lösungen verschieden. Daher erklärt es sich, dass beim Abkühlen oder Anwärmen der unreinen Zuckerlösungen die Temperaturen sich nicht gleichmässig ändern, dass auch beim Eindicken von schlechten Säften Unregelmässigkeiten in dem Steigen des Siedepunktes eintreten. Auch mit organischen Nichtzuckern bildet Zucker Doppelverbindungen, die aber wenig constant sind.

Physikalische Einwirkung. A. Versetzt man Salzlösungen mit zähen Substanzen, so wird dadurch die Krystallisation verlangsamt, weil die zur Krystallisation nöthigen Bewegungen verlangsamt werden. So wirken auch die zähen organischen Nichtzucker auf die Zuckerkrystallisation der Art ein, dass Monate vergehen, bevor der Saft auskrystallisirt ist, und nur sehr kleine Krystalle entstehen.

B. Die in I. dieser Mittheilungen aufgestellte Theorie, dass der Zucker in Lösungen als amorpher Zucker existire, der sich beim Krystallisiren in krystallisirbaren Zucker umsetzen muss, lässt einen anderen Einfluss voraussehen, insofern diese Umsetzung eher dem Erstarren von Metallschmelzen als dem Krystallisiren von Salzlösungen analog ist. Während der Zusatz von leichter löslichen indifferenten Salzen (z. B. Glaubersalz zu Boraxlaugen) die Krystallisationstemperatur der Lösungen erhöht, wirken die amorphen organischen Nichtzucker (auch die Doppelverbindungen von Zucker und Nichtzuckern) erniedrigend auf die Krystallisationstemperatur.

C. Sind die Nichtzucker unlöslich, oder krystallisiren sie vor dem Zucker aus (z. B. Gyps), so wirken sie nur mechanisch. Da Raffinose mit Zucker zusammenkrystallisiren kann, so versuchte Verf., ob feste Raffinose die Krystallisation concentrirter Zuckerlösungen anregen kann, wie ja isomorphe feste Salze überconcentrirte Salzlösungen zum Krystallisiren bringen, aber ohne Erfolg.

Raffinose und Zucker. Da in neuester Zeit Raffinose in chemischen Fabriken rein dargestellt und zuerst käuflich zu haben war, so untersuchte Verf. die Raffinose näher, und geben ihre Eigenschaften eine vollkommene Erklärung für den intensiven Einfluss, den sie auf die Krystallisation des Zuckers hat. Raffinose erstarrt äusserst leicht amorph, viel leichter als Zucker; die amorphe Raffinose ist weit beständiger als amorpher Zucker. Letzterer geht in Berührung von Zuckerkrystallen nur dann langsam in krystallisirten Zucker über, wenn er möglichst fest und trocken ist. Amorphe Raffinose geht stets sehr langsam in krystallisirte über. Raffinose krystallisirt meist in feinen Krystallen. Ihre Form ist sehr stark nadelig. Alle diese Eigenschaften überträgt die Raffinose auf den Zucker, wenn sie mit ihm krystallisirt.

V. Die Untersuchung des Krystallisationsverlaufes.

Zur Untersuchung des Krystallisationsverlaufes (zur Constatirung des Beginnes der Krystallisation, der Geschwindigkeit der Krystallisation, der Aenderungen, welche während der Krystallisation in der Lösung statt hatten) bediente sich der Verf. thermometrischer Messungen, die graphisch dargestellt wurden. Da ohne volle Wiedergabe der Tafel ein Referat dieses Abschnittes V nicht gut angeht, so muss auf das Original verwiesen werden.

VI. Zur Osmosetheorie.

Die zur Zeit herrschende Osmosetheorie fasst die Osmose als einen rein physikalischen Vorgang auf. Verf. hält denselben, wenigstens so weit die Osmose in der Zuckerindustrie vorkommt, auch chemisch wirksam. In den ursprünglichen Zuckersäften sind die Salze mit Zucker zu Doppelverbindungen vereinigt. Durch die Verdünnung und Erwärmung der Lösungen wird die Bindung dieser Doppelverbindungen gelöst oder nur gelockert, und dann unter Einfluss der Membran weiter zerlegt. Zur Beweisführung geht Verf. vom Osmosewasser aus. Wird dasselbe eingedickt, so krystallisiren die Salze zum grossen Theil heraus, fügt man einem solchen auskrystallisirten Osmosewasser Zucker zu, so löst sich derselbe, zugleich aber auch ein Theil der Salze mit, die auch durch weitere Kühlung nicht herauskrystallisirt werden können, weil sie sich chemisch mit Zucker verbunden haben.

Ref.: L. Wulff.

9. L. Wulff (in Schwerin i. M.): **Nachträge zur Krystallisation des Zuckers** (Zeitschr. d. Ver. f. d. Rübenzuckerindustrie d. D. Reiches 1888, 1076—1090. Mit 1 Tafel).

I. Die Grösse der Krystalle. Bei Uebersendung der auch in dieser Zeitschr.*) beschriebenen Krystalle Seitens einer Fabrik an mich wurde die Ansicht ausgesprochen, dass die Bildung der Krystalle durch leichteres Einkochen bewirkt sei. Für das Letztere spricht allerdings der Umstand, dass die Kästen, aus denen die grossen Krystalle entstammen, 2 % weniger an Ausbeute ergaben, während eigentlich bei so schön krystallisirten Producten eher mehr als Durchschnittsausbeute zu erwarten wäre. Wenn aber leichtes Einkochen vorwiegend der Grund der abnormen Grösse wäre, müssten derartige Krystalle häufiger sein. Auch hatten sich die Krystalle »nur im oberen Theile der Füllmasse und dort nur an der Wand der Kästen angesetzt«. Verf. weist auf einige analoge Vorkommnisse bei anderen Substanzen hin. Von Traubenzuckerhydrat wurden z. B. durch Halse und Steiner 4—5 g schwere Krystalle beobachtet, während sonst die Substanz ja sehr feinkörnig krystallisirt. Hiernach ist die gebräuchliche Ansicht, dass gewisse Substanzen und gewisse unreine Lösungen nur sehr kleine Krystalle zu bilden vermögen, nicht stichhaltig, sondern wenn wir nur die kleinen Krystalle erhalten, so lassen wir die Substanz eben nicht unter den möglichst günstigen Bedingungen krystallisiren.

II. Ueber die Flächendifferenzirung des Zuckers. Enthält fast nur die gekürzte, elementar gehaltene Wiedergabe der cit. Publication in dieser Zeitschrift. Neben den grossen Krystallen finden sich im Syrup ganz anders ge-

*) Diese Zeitschr. **14**, 552.

formte Zuckerkrystalle. Durch die doppelte Krystallisation sind die betreffenden Säfte als solche charakterisirt, welche Raffinose enthalten. Die kleinen Krystalle sind durchaus nicht länglich entwickelt, sondern kurz gedrungen. Die Flächen $q\{011\}$ sind stets in doppelter Anzahl vorhanden, aber wenig ebenflächig entwickelt. Häufig sind flache Zwillinge mit zugewandten flächenarmen Polen; q ist so stark entwickelt, dass die Flächen $d'\{\bar{1}01\}$ ganz wegfallen. Bei vielen dieser Zwillinge ist das eine Individuum nur klein geblieben, so dass häufig scheinbar einfache Krystalle entstehen.

III. Vergleich des Zuckers mit verwandten Körpern. Für den Vergleich sind drei Eigenschaften berücksichtigt worden: die chemische Constitution, die Circularpolarisation und die Krystallgestalt. Diese drei Eigenschaften sind bisher paarweise in Connex gebracht. **A.** Die Abhängigkeit zwischen Circularpolarisation und Gestalt ist am frühesten erkannt. Rohrzucker gehört zu den Substanzen, die in Lösung, nicht in Substanz polarisiren, und die nach den bisherigen Erfahrungen enantiomorph in den drei niedrigsten Krystallsystemen krystallisiren. Die Substanzen zerfallen in zwei Gruppen, je nachdem nur einerlei drehende Lösung und einerlei enantiomorphe Krystalle gefunden wurden, oder zweierlei, und Zucker gehört zur ersten Gruppe. **B.** Eine ausführliche Theorie über den Zusammenhang zwischen Circularpolarisation und chemischer Constitution hat van't Hoff entwickelt*). Hiernach gehört Zucker zu den Kohlenstoffverbindungen, deren chemisches Molekül keine Symmetrie erkennen lässt, und die dann Circularpolarisation zeigen. **C.** Die Abhängigkeit zwischen chemischer Structur und Krystallform ist von verschiedenen Seiten leider ebenso verschiedenartig dargestellt worden. Die betreffenden Untersuchungen bezogen sich bisher nicht speciell auf Zuckerarten.

Unter den in ähnlich geformten Krystallen sich ausscheidenden Körpern steht die Linksweinsäure dem Zucker am nächsten. Denkt man sich die bildliche Darstellung eines Linksweinsäurekrystalles, wie er sich vom flächenreichen Pole der Symmetrieaxe aus gesehen zeigt, so wäre es leicht, einen flächenreichen Candiskrystall daneben abzubilden, so dass beide Abbildungen identisch erscheinen. Es muss aber auffallen, dass die Linksweinsäure und nicht die Rechtsweinsäure die gleiche Form zeigt. Diese auffällige Aehnlichkeit der Krystalle des rechtsdrehenden Zuckers mit den Linksweinsäurekrystallen ist leicht historisch zu erklären. Die ersten Beobachter des Zuckers fanden an den flächenreichen Candiskrystallen senkrecht zur Symmetrieebene neben $a\{100\}$ noch die Formen $d'\{\bar{1}01\}$, $c\{001\}$ und $d\{101\}$, von denen die mittlere c mit d' häufig gleich stark entwickelt war, meist aber vorwiegend auftrat, und nahmen daher c als Basis an. Bei Nachproductzuckern tritt d' aber vorwiegend auf, bei irgendwie bemerkbarem Gehalte an Raffinose tritt c überhaupt nicht mehr auf; so würde man sich jetzt wohl für d' als Basis erklären müssen. Stellen wir einen Zuckerkrystall so auf, so erhalten wir eine Abbildung, die jetzt nicht mehr mit der Linksweinsäure, sondern mit der Rechtsweinsäure zu vergleichen ist.

Für diese etwaige Aenderung der Axenwahl beim Zucker spricht noch ein anderer Umstand. Weinsäure und Zucker werden beide am flächenreichen Pole beim Erwärmen negativ elektrisch, und entspricht es der Natur, die Axenlage so zu wählen, dass die flächenreichen Pole in den Abbildungen gleich liegen, was dann eintritt, wenn man d' als Basis annimmt.

---

*) Dix années dans l'histoire d'une théorie. 1887.

Milchzucker und Traubenzucker lassen keine Aehnlichkeit mit der Flächencombination des Candis erkennen (dagegen zeigt die Form des Milchzuckers Beziehungen zu den oben erwähnten scheinbar einfachen Zwillingen), nur sind sie beide wie Zucker hemimorph und enantiomorph. Milchzucker wird dem rhombischen Systeme zugerechnet, doch sind die darüber bekannten Messungen recht schwankend, so dass er auch einem niedrigeren Systeme angehören könnte. Der wasserfreie Traubenzucker ist nach Brezina*) triklin.

$$a : b : c = 1,734 : 1 : 1,922;$$
$$\alpha = 91^0 32'; \quad \beta = 98^0 10'; \quad \gamma = 90^0 3'.$$

Das Axensystem ist also fast monoklin. Es ist noch eine zweite Form für wasserfreien Traubenzucker angegeben von Becke**).

$$a : b : c = 1,733 : 1 : 1,888;$$
$$\beta = 85^0 18'.$$

Nach dem Habitus des Krystalles der Abbildung hält Verf. die Angaben für diejenigen des Hydrates. Wie der Vergleich beider Axencomplexe zeigt, lassen beide Angaben bis auf die Winkel grosse Analogien erkennen.

Ref.: L. Wulff.

10. F. Knapp (in Braunschweig): **Ueber den schwarzen Schwefel** (Journal f. prakt. Chemie 1888, **38**, 55). Aus einer durch Zusammenschmelzen von Natriumcarbonat mit Schwefel dargestellten, tief pechschwarz gefärbten Schwefelleber isolirte der Verf. in geringen Mengen eine Substanz, die nach ihren Eigenschaften die von Magnus entdeckte, schwarze Modification des Schwefels darstellt. Sie bildet ein zartes, schwarzes Pulver; die einzelnen Körnchen zeigen unter dem Mikroskope einen lebhaften Metallglanz in einer hellen, dem Antimon ähnlichen Farbe; am Rande sind sie blau durchscheinend. Der Körper ist äusserst beständig; von Alkalien, Säuren und Königswasser wird er selbst in der Siedehitze nicht angegriffen; unter Luftabschluss kann man ihn bis zur beginnenden Weissgluth erhitzen, ohne dass er eine Veränderung zeigt. Bei Zutritt der Luft erhitzt, verbrennt er zu Schwefeldioxyd, ohne einen Rückstand zu hinterlassen; von geschmolzenem Salpeter und Aetzkali wird er zu Schwefelsäure oxydirt.

Ist er in einem anderen Medium sehr fein vertheilt, so verleiht er diesem eine reiche blaue Färbung; der Verf. legt dar, dass das Ultramarin seine Farbe nur der schwarzen Schwefelmodification verdankt. [Anmerkung des Ref.: Diese Erklärung lässt sich natürlich direct auf den Lasurstein übertragen; auch die blaue Farbe einer Anzahl anderer Mineralien dürfte auf die gleiche Ursache zurückzuführen sein. Es gilt dies namentlich vom Cölestin, der ja so häufig von Schwefel begleitet ist.]

Ref.: W. Muthmann.

11. R. Schneider (in Berlin): **Ueber die Darstellung von künstlichem Kupferkies** (Ebenda, 369). Verf. erhielt durch Behandeln von Kaliumeisensulfid $K_2 Fe_2 S_4$ mit einer schwach ammoniakalischen Lösung von Kupferchlorür ein Product von der Formel $Cu_2 Fe_2 S_4$, das sich durch Farbe und Glanz, sowie durch

*) Journal für prakt. Chem. Neue Folge **21** (129), 248. Referat diese Zeitschr. **9**, 393.

) Tschermak's min. Mitth. 1879, **2, 184—185. Referat diese Zeitschr. **5**, **283**.

sein chemisches Verhalten als identisch mit Kupferkies erwies. Es bildete Pseudomorphosen nach der Form des Kaliumeisensulfids; vier Analysen ergaben Zahlen, die gut auf die obige Formel stimmen. Kupferoxydsalze geben die Verbindung nicht, sondern einen Körper $CuFe_2S_4$, gemengt mit Schwefel-, Kupfer- und Eisenoxyd. Durch diese Versuche ist ein neuer Beweis geliefert, dass das Kupfer im Kupferkies in der dem Oxydul entsprechenden Schwefelungsstufe vorhanden ist, und dass diesem Minerale in der That die von Rose, Plattner und Berzelius vertretene Formel zukommt.

Ref.: W. Muthmann.

12. F. Stöber (in Münster, Westfalen): **Ueber die Krystallform der Phenacetursäure und einiger ihrer Derivate** (Journal f. prakt. Chemie 1888, **38**, 101 ff.).

1. Phenacetursäure, $C_{10}H_{11}NO_3$.

Dargestellt von E. Holter. Schmelzpunkt 143°.
Krystalle aus Alkohol und Essigäther.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 0,8896 : 1 : 2,3736$.

Formen: $\{111\}P$, $\{001\}0P$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(111):(1\bar{1}1)$	= 79° 35′	—
$(111):(\bar{1}11)$	= 92 2	—
$(111):(11\bar{1})$	= 31 13	31° 20′

Vollkommene Spaltbarkeit nach $\{100\}\infty\bar{P}\infty$.
Doppelbrechung negativ.

2. Phenacetursäuremethyläther, $C_{10}H_{10}NO_3.CH_3$.

Dargestellt von E. Holter. Schmelzpunkt 86°,5. Krystalle aus Alkohol.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 0,8161 : 1 : 0,7848$.

Formen: $\{110\}\infty P$, $\{120\}\infty\breve{P}2$, $\{010\}\infty\breve{P}\infty$, $\{011\}\breve{P}\infty$, $\{001\}0P$. Krystalle säulenförmig nach der Verticalaxe und zum Theil auch tafelartig nach $\{010\}$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(110):(\bar{1}10)$	= 78° 26′	—
$(011):(010)$	= 51 52	—
$(010):(110)$	= 129 13	129° 13′
$(011):(0\bar{1}1)$	= 76 16	76 15
$(010):(120)$	= 31 32	31 30

Ebene der optischen Axen: Brachypinakoid. Bei Incidenz der Lichtstrahlen senkrecht auf (010) an einem Prisma von 13° 24′ (brechende Kante parallel c) ergab sich der Brechungsexponent

des parallel c schwingenden Strahles = 1,5467
- - a - - = 1,6130.

3. Phenacetursäureäthyläther, $C_{10}H_{10}NO_3.C_2H_5$.

Schmelzpunkt 79°. Krystalle aus Chloroform.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a:b:c = 0,8197 : 1 : 0,7783$.

Formen: {110}∞P, {010}∞P̆∞, {011}P̆∞, {001}0P. Habitus: Säulenförmig nach {110}. Sehr vollkommene Spaltbarkeit nach {010}, ziemlich vollkommen nach {110}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(110):(1$\bar{1}$0) =	78° 41′	—
(010):(011) =	52 6	—
(110):(011) =	67 7	67° 5′
(010):(110) =	50 40	50 40
(010):(001) =	90 1	90 0

Isomorph mit dem Methyläther; Axenebene ebenfalls Brachypinakoid. Winkel der optischen Axen in Mandelöl ($n = 1,4728$) $2H_a = 44° 41'$ für Natriumlicht (schwache Dispersion $\varrho > v$).

Brechungsexponenten für Natriumlicht:

$\alpha = 1,5639$; $\gamma = 1,6277$.

Ref.: R. de Neufville.

18. K. v. Kraatz (in Freiburg): **Ueber die Krystallform des *o*-Kresol-*p*-sulfonsauren Kaliums,** $\overset{2}{CH_3}.C_6H_3.\overset{1}{OH}\overset{4}{SO_3}K + 2H_2O$ (Journal. f. prakt. Chemie 1888, **38**, 332). Dargestellt von A. Claus und U. A. Jackson.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a:b:c = 0,8920 : 1 : 1,5384$; $\beta = 91° 47'$.

Formen: {001}0P, {101}—P∞, {110}∞P.

	Beobachtet:	Berechnet:
(110):(110) =	83° 26′	—
(110):(001) =	88 40	—
(110):(101) =	61 14	—
(101):(001) =	50 10	50° 0′

Die Schwingungsrichtungen auf (001) sind parallel und senkrecht zur Kante (001:101). Auf {001} ist das Lemniscatensystem zwischen zwei optischen Axen sichtbar.

Ref.: R. de Neufville.

14. G. Krüss (in München): **Ueber ein neues Vorkommen des Germaniums** (Berichte d. d. chem. Ges. 1888, **21**, 131). Verf. hat bei der Bearbeitung des Rückstandes, welcher nach dem Aufschliessen des Euxenits mit überschüssigem saurem Kaliumsulfat geblieben war, beim Digeriren mit Schwefelammon bei 100° einen feuerbeständigen Rückstand erhalten, der keines von den gewöhnlichen Elementen, Arsen, Antimon, Zinn, enthielt. Der Schwefelammonauszug und die Waschwässer wurden nach Cl. Winkler's Vorschrift auf Germanium

verarbeitet und das so erhaltene Germaniumsulfid zeigt die von dem Entdecker desselben angegebenen Eigenschaften. Behufs Identification wurde noch das Metall und das Chlorid dargestellt und von dem letzteren der Siedepunkt zu 85⁰ (Cl. Winkler 86⁰) bestimmt. Der Gehalt des Minerals an Germanium ist jedoch sehr gering, er beträgt nur etwa 0,1 %. Von Interesse ist, dass im Euxenit das Germanium das Titan zu vertreten im Stande ist. Es sind noch andere Titanmineralien, wie Rutil, Yttrotitanit und Wöhlerit auf einen Gehalt an Germanium geprüft worden, aber ohne Erfolg. Ferner ist Zirkonium in nicht unbeträchtlicher Menge im Euxenit vorhanden.

Ref.: R. de Neufville.

15. Meyer (in Berlin): **Krystallographische Untersuchung des Acetylphenylcarbizin,** $C_9H_8N_2O_2$ (Ebenda, 2459). Dargestellt von M. Freund und B. B. Goldsmith. Krystalle aus Alkohol.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a:b:c = 1,2095:1:1,5566$; $\beta = 73^0 23'$.

Formen: $\{110\}\infty P$, $\{001\}0P$, $\{\bar{1}01\}+P\infty$. Glänzende Krystalle von prismatischem Habitus und 2—3 mm Grösse.

	Gemessen:	Berechnet:
$(110):(\bar{1}10)$ =	81⁰36′	—
$(110):(001)$ =	79 14	—
$(001):(\bar{1}01)$ =	62 52	—
$(\bar{1}01):(\bar{1}10)$ =	61 38	61⁰50′

Auslöschungsrichtungen auf den Prismenflächen fast parallel den Kanten.

Ref.: R. de Neufville.

16. Derselbe: Krystallform des Acetylphenylsulfocarbizin, $C_9H_8N_2OS$ (Ebenda, 2468). Dargestellt von M. Freund und B. B. Goldsmith. Aus Alkohol krystallisirt. Schmelzpunkt 73⁰—74⁰.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a:b:c = 0,9674:1:0,3722$; $\beta = 82^0 58'$.

Formen: $\{110\}\infty P$, $\{230\}\infty P\frac{3}{2}$, $\{120\}\infty P2$, $\{130\}\infty P3$, $\{011\}P\infty$, $\{101\}-P\infty$. Farblose Nadeln, deren Prismenflächen gestreift.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(110):(1\bar{1}0)$ =	87⁰40′	—
$(230):(\bar{2}30)$ =	—	69⁰32′
$(120):(\bar{1}20)$ =	—	55 2
$(130):(\bar{1}30)$ =	—	38 18
$(101):(011)$ =	51 3	—
$(\bar{1}30):(011)$ =	47 32	—
$(011):(0\bar{1}1)$ =	95 51	95 58
$(\bar{1}10):(011)$ =	62 45	62 55
$(\bar{1}20):(011)$ =	—	55 42

17. C. Schall und G. Dralle (in Zürich): **Krystallographische Untersuchung des Brasilintetramethyläthers** (Berichte d. d. chem. Gesellsch. 1888, **21**, 3010). Der von den Verf. dargestellte Brasilintetramethyläther $C_{16}H_{10}O(OCH_3)_4$ wurde auch von ihnen krystallographisch untersucht. Das Material wurde aus Alkohol umkrystallisirt und zeigte den Schmelzpunkt 138⁰—139⁰.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a:b:c = 0,8440:1:1,2961; \quad \beta = 83^0 56'.$$

Formen: $\{100\}\infty P\infty$, $\{010\}\infty P\infty$, $\{001\}0P$, $\{\bar{1}01\}P\infty$, $\{101\}-P\infty$, $\{011\}P\infty$, ausserdem untergeordnet $\{\bar{2}09\}\frac{2}{9}P\infty$, $\{611\}-6P6$, $\{610\}\infty P6$; letztere beiden Flächen waren gerundet und gaben ungenaue Reflexe. Die Krystalle waren stets nur mit einem Ende ausgebildet und nach der b-Axe verlängert.

	Beobachtet:	Berechnet:
(001):(100)	= 83⁰ 56′	—
(001):(̄101)	= 61 15	—
(001):(011)	= 52 11½	—
(̄101):(̄209)	= 42 11	41⁰ 51′
(001):(̄209)	= 19 35	19 24
(100):(101)	= 30 25	31 13
(101):(001)	= 53 31	52 43
(011):(100)	= 86 10	86 17
(010):(001)	= 90 5	90 0
(010):(101)	= 90 22	90 0
(̄100):(̄101)	= 34 45	34 49
(011):(̄100)	= 94 13	93 43
(011):(̄101)	= 72 56	72 51
(011):(010)	= 37 42	37 49
(611):(100)	= 10 14	9 54
(̄611):(̄100)	= —	10 8
(610):(100)	= 8 8	9 25

Ref.: R. de Neufville.

18. F. J. Wiik (in Helsingfors): **Ueber die Krystallform der Natriumbisulfitverbindung des symmetrischen Dibromacetons** (Ebenda, 3289). Dargestellt von E. Hjelt und V. O. Siven.

Zusammensetzung: $C_3H_4OBr_2 . NaHSO_3 + 1\frac{1}{2}H_2O$.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a:b:c = 0,824:1:2,69.$$

Tafelförmige Krystalle: $\{001\}0P$, $\{110\}\infty P$, $\{011\}\breve{P}\infty$.

(110):(1̄10) = 79⁰ 0′ approximativ
(011):(01̄1) = 32 40

Auslöschungsrichtung auf $\{001\}$ parallel den Axen a und b.

Ref.: R. de Neufville.

19. S. Wleugel (in Christiania) und **Th. Liweh** (in Erlangen): **Ueber die Krystallform des Platindoppelsalzes von Coniinchlorhydrat, bez. synthetischem Propylpyridin** $(C_8H_{11}N.HCl)_2PtCl_4$ (Ann. Chem. und Pharm. **247**, 21). Die Verf. haben ein bei 159⁰—160⁰ schmelzendes, aus Wasser krystallisirtes Präparat gemessen und zwar Wleugel das aus natürlichem Coniin, Liweh das aus synthetischem α-Propylpyridin dargestellte Doppelsalz.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a:b:c = 1,0622:1:1,5356;\quad \beta = 87^0 13'.$$

Formen: $\{001\}0P$, $\{100\}\infty P\infty$, $\{111\}-P$, $\{012\}\frac{1}{2}P\infty$, $\{\bar{1}11\}+P$. Habitus bald tafelförmig nach der Basis, bald cubisch.

	Gemessen. Wleugel:	Liweh:	Berechnet:
$(001):(100)$	$= 87^0 13'$	$87^0\ 1'$	—
$(111):(1\bar{1}1)$	$= 80\ 54$	$80\ 50$	—
$(001):(111)$	$= 63\ 4$	$63\ 1$	—
$(001):(012)$	$= 37\ 28$	—	$37^0 29'$
$(001):(11\bar{1})$	$= 66\ 8$	$66\ 54$	$66\ 11$
$(111):(11\bar{1})$	$= 50\ 41$	$50\ 36$	$50\ 45$
$(100):(111)$	$=$ —	$50\ 48$	$50\ 43$
$(100):(11\bar{1})$	$= 52\ 44$	$52\ 40$	$52\ 39$
$(111):(012)$	$= 41\ 8$	—	$41\ 1$
$(\bar{1}11):(\bar{1}11)$	$= 83\ 30$	$83\ 45$	$83\ 32$

Ref.: R. de Neufville.

20. Th. Hiortdahl (in Christiania): **Ueber die Krystallform des Platindoppelsalzes von α-Isopropylpyridinchlorhydrat** $(C_8H_{11}N.HCl)_2PtCl_4$ (Ebenda, **23**). Dargestellt von Ladenburg. Schmelzpunkt 170⁰.

Krystallsystem: Hexagonal-rhomboëdrisch.

$$a:c = 1:0,9489.$$

Formen: $\{10\bar{1}1\}R$, $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$, $\{11\bar{2}0\}\infty P2$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(10\bar{1}1):(2\bar{1}\bar{1}0)$	$= 50^0 14'$	—
$(10\bar{1}1):(\bar{1}011)$	$= 79\ 31$	$79^0 32'$
$(10\bar{1}1):(01\bar{1}2)$	$= 39\ 44$	$39\ 46$
$(01\bar{1}2):(1\bar{1}02)$	$= 49\ 2$	$49\ 10$
$(2\bar{1}\bar{1}0):(01\bar{1}2)$	$= 65\ 25$	$65\ 25$

Die Krystalle sind prismatisch, oft tafelförmig nach zwei Prismenflächen, wodurch ein monokliner Habitus entsteht.

Ref.: R. de Neufville.

21. E. Kalkowsky und **Th. Liweh: Ueber die Krystallform des Platindoppelsalzes von Dimethylpyridinchlorhydrat** $(C_7H_9NHCl)_2PtCl_4$ (Ebenda, 32). Verf. haben das von Ladenburg dargestellte Doppelsalz von dem Schmelzpunkte 208⁰ untersucht und es isomorph mit der betreffenden Verbindung des β-Methylpyridins gefunden.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 0,8921 : 1 : 0,6601; \quad \beta = 81^0 55'$.

Formen: $\{100\}\infty P\infty$, $\{110\}\infty P$, $\{010\}\infty P\infty$, $\{001\}0P$, $\{\bar{1}01\}+P\infty$, $\{121\}-2P2$, $\{\bar{1}21\}2P2$.

Die Winkel unter I sind von Liweh, unter II von Kalkowsky gemessen, III und IV sind die von Groth, beziehungsweise Hiortdahl am β-Pyridinsalz beobachteten Winkel.

	I.	II.	III.	IV.
(010):(110) =	48° 31′	48° 33′	48° 5′	48° 7′
(100):(001) =	81 57	81 55	81 7	81 0
(100):(121) =	61 45	61 46	—	—
($\bar{1}$21):(121) =	48 18	48 19	—	—
($\bar{1}$21):($\bar{1}$01) =	48 26	48 28	—	—

Ref.: R. de Neufville.

22. Th. Hiortdahl (in Christiania): **Ueber die Krystallform des Platindoppelsalzes von Dimethylpiperidinchlorhydrat** $(C_7H_{15}NHCl)_2PtCl_4$ (Ann. d. Chem. und Pharm. **247**, 57). Dargestellt von Ladenburg.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 2,5148 : 1 : 1,2251; \quad \beta = 85^0 18'$.

Formen: $\{100\}\infty P\infty$, $\{310\}\infty P3$, $\{\bar{1}11\}+P$, $\{20\bar{1}\}+2P\infty$, $\{212\}-P2$. Kleine, rothe, prismatische oder nach der Basis tafelförmige Krystalle. Zur Berechnung wurden sämmtliche Winkel benutzt.

	Gemessen:	Berechnet:
(310):(100) =	39° 46′	39° 53′
(310):($\bar{3}$10) =	100 28	100 14
(20$\bar{1}$):(100) =	47 36	48 10
(100):(111) =	70 0	70 9
(111):(1$\bar{1}$1) =	93 14	93 34
(212):(21$\bar{2}$) =	56 20	56 2
(111):(212) =	18 30	18 37
(310):(20$\bar{1}$) =	58 16	58 30
(310):(111) =	43 25	43 20

Ref.: R. de Neufville.

23. Derselbe: Ueber die Krystallform des α-Isopropylpiperidinchlorhydrats, seines Platindoppelsalzes und des Jodcadmiumsalzes (Ebenda, 74 ff.). Sämmtliche Präparate sind von Ladenburg dargestellt.

1. α-Isopropylpiperidinchlorhydrat, $C_8H_{17}NHCl$.

Schmelzpunkt 210°. Krystalle aus Wasser.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 0,8136 : 1 : 0,4193$.

Formen: $\{100\}\infty\bar{P}\infty$, $\{010\}\infty\breve{P}\infty$, $\{110\}\infty P$, $\{121\}2\breve{P}2$. Tafelförmig *nach dem* Makropinakoid, unvollkommen spaltbar nach dem Brachypinakoid.

	Gemessen:	Berechnet:
$(110):(100)$ =	39° 8′	—
$(110):(\bar{1}10)$ =	101 45	101°44′
$(110):(010)$ =	50 47	50 52
$(121):(100)$ =	68 27	—
$(121):(\bar{1}21)$ =	43 15	43 6
$(121):(1\bar{2}1)$ =	73 13	73 24
$(121):(010)$ =	53 15	53 18
$(121):(110)$ =	48 17	48 31

2. Platindoppelsalz des α-Isopropylpiperidinchlorhydrats, $(C_8H_{17}NHCl)_2PtCl_4$. Schmelzpunkt 193°.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a:b:c = 0{,}9769:1:1{,}3848$; $\beta = 89°38'$.

Formen: $\{111\}-P$, $\{110\}\infty P$, $\{11\bar{1}\}+P$, $\{10\bar{1}\}+P\!\!\!/\infty$. Prismatische Ausbildung.

	Gemessen:	Berechnet:
$(11\bar{1}):(10\bar{1})$ =	38°41′	—
$(11\bar{1}):(1\bar{1}\bar{1})$ =	77 9	77°20′
$(11\bar{1}):(\bar{1}1\bar{1})$ =	102 45	102 40
$(11\bar{1}):(1\bar{1}1)$ =	76 59	—
$(111):(10\bar{1})$ =	74 52	—
$(111):(110)$ =	27 18	27 32
$(111):(11\bar{1})$ =	53 29	53 39

3. Jodcadmiumdoppelsalz des α-Isopropylpiperidinjodhydrates, $C_8H_{17}NHJ.CdJ_2$. Schmelzpunkt 133°.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a:b:c = 2{,}0289:1:1{,}0054$; $\beta = 79°9'$.

Formen: $\{110\}\infty P$, $\{100\}\infty P\!\!\!/\infty$, $\{10\bar{1}\}+P\!\!\!/\infty$, ausserdem untergeordnet: $\{001\}0P$, $\{201\}-2P\!\!\!/\infty$, $\{554\}-\frac{5}{4}P$. Die Krystalle sind nach der Symmetrieaxe verlängert.

	Gemessen:	Berechnet:
$(100):(110)$ =	63°21′	—
$(110):(\bar{1}10)$ =	53 8	53°18′
$(100):(001)$ =	79 17	79 9
$(100):(10\bar{1})$ =	72 38	—
$(100):(\bar{1}01)$ =	107 22	107 23
$(001):(10\bar{1})$ =	28 14	—
$(100):(20\bar{1})$ =	50 53	50 27
$(10\bar{1}):(20\bar{1})$ =	22 16	21 45
$(10\bar{1}):(110)$ =	82 16	82 19
$(\bar{1}01):(110)$ =	97 38	97 41
$(001):(110)$ =	85 14	85 9
$(554):(110)$ =	33 18	33 12

Ref.: R. de Neufville.

24. F. Krantz (in Bonn): **Krystallographische Untersuchung des Amylennitrosats** $C_5H_{10}N_2O_4$ (Ann. d. Chem. und Pharm. **248**, 163). Dargestellt von O. Wallach. Krystalle aus Essigäther.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a:b:c = 0{,}9770 : 1 : 1{,}4485; \quad \beta = 83^0 32'.$$

Formen: $\{001\}0P$, $\{110\}\infty P$, $\{011\}\mathcal{R}\infty$. Die Krystalle sind prismatisch ausgebildet, Prisma und Basis meist im Gleichgewichte, Klinodoma stets untergeordnet.

	Gemessen:	Berechnet:
$(110):(1\bar{1}0)$	$= 88^0 14'$	$88^0 18'$
$(110):(001)$	$= 85\ 22$	—
$(001):(011)$	$= 55\ 13$	—
$(001):(0\bar{1}1)$	$= 69\ 35$	$69\ 35$
$(011):(110)$	$= 51\ 50$	$51\ 49$
$(110):(01\bar{1})$	$= 58\ 16$	—

Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zur Symmetrieebene, zu der Basis ungefähr 76^0 im Sinne eines negativen Hemidomas geneigt. Doppelbrechung sehr stark.

Ref.: R. de Neufville.

25. P. Drude (in Göttingen): **Beobachtungen über die Reflexion des Lichtes am Antimonglanz** (Wiedemann's Ann. d. Phys. 1888, **34**, 489—531). Die Prüfung der Voigt'schen Theorie für die Reflexion ist erschwert durch die Oberflächenschichten, die zum Theil durch Politur der Spiegel entstehen. Daher ist es wünschenswerth, frische Spaltflächen von geeignetem Material anzuwenden, und der Verf. benutzte als solches japanischen Antimonglanz von der Insel Shikoku. Im Collimator und im Fernrohre eines Spectrometers waren drehbare Nicols befestigt, das Tischchen war durch ein Liebisch'sches Totalreflectometer ohne totalreflectirendes Prisma ersetzt. Hinter dem Analysator befand sich der Babinet'sche Compensator mit paralleler Quarzplatte. Sehr eingehend beschreibt der Verf. die Auswerthung der Nicols, die Orientirung des Compensators (der Orientirungsfehler wurde eliminirt, indem der Polarisator in zwei zur Einfallsebene symmetrischen Stellungen benutzt wurde) und die verschiedenen sonstigen Fehler der Messungen, worauf hier nicht näher eingegangen werden kann. Im Laufe der Beobachtungen (I. Theil) über die Abhängigkeit der relativen Verzögerung $\varDelta$ und des Amplitudenverhältnisses ϱ in den beiden Hauptlagen vom Einfallswinkel, bemerkte der Verf. eine zeitliche Veränderung der gemessenen Grössen, welche sich durch die Bildung einer Oberflächenschicht erklärt. Durch zahlreiche Messungen ergab sich:

»Der Gang der Veränderungen von $\varDelta$ ist ein sehr eigenthümlicher. Für Winkel φ, welche kleiner als der Haupteinfallswinkel $\bar{\varphi}$ sind (in der ersten Hauptlage liegt $\bar{\varphi}$ zwischen 77^0 und 78^0, in der zweiten zwischen 79^0 und 80^0), wachsen die vom Compensator angezeigten Zahlen, für grössere Einfallswinkel nehmen sie ab. Je nachdem man festsetzt, dass bei streifender Incidenz die Verzögerung 0 oder π eintritt, bedeutet ein Wachsen der Compensatorzahlen eine Abnahme oder ein Wachsen der relativen Verzögerung $\varDelta$. In den späteren Formeln ist die erste Festsetzung gemacht, wir wollen sie daher auch schon hier treffen und *können somit sagen*:

Die relative Verzögerung Δ nimmt mit der Zeit ab für Einfallswinkel, welche kleiner als der Haupteinfallswinkel sind, für grössere Einfallswinkel wächst sie.«

Der Haupteinfallswinkel würde danach, wie es auch die Beobachtungen ergaben, nahezu constant bleiben.

»Das Amplitudenverhältniss ϱ wächst mit der Zeit etwas für Einfallswinkel, welche dem Haupteinfallswinkel benachbart sind.«

Da der Haupteinfallswinkel in gewisser Beziehung für den Brechungsexponenten, das Hauptazimuth für die Undurchsichtigkeit bestimmend ist, so folgt:

»Dass der Antimonglanz an der Luft auf seinem Brachypinakoid mit der Zeit sich mit einer Oberflächenschicht bedeckt, welche fast denselben Brechungsexponenten besitzt, die aber etwas undurchsichtiger als das eigentliche Material ist.«

Die Veränderung zerfällt in einen sehr schnell verlaufenden (innerhalb zwei Stunden nach der Spaltung) und einen langsamer verlaufenden Antheil.

Um die Anfangswerthe zu finden, mussten für die verschiedenen Einfallswinkel neue Spaltflächen hergestellt werden.

So ergaben sich die Werthe:

Anfangswerthe. 1. Hauptlage.

φ	Compens.:	Corrig.:	Δ_1	Analys.:	Corrig.:	ψ_1	$\varrho_1 = \operatorname{tg} \psi_1$
0	36,20	36,20	π — 1° 12′	—	—	—	—
25	36,27	36,27	π — 2 37	89° 42′	89° 22′	41° 1′	0,870
30	36,29	36,29	π — 3 2	88 12	88 30	40 9	0,844
35	36,32	36,32	π — 3 38	86 47	87 3	38 42	0,801
40	36,35	36,35	π — 4 14	85 4	85 27	37 6	0,756
45	36,38	36,38	π — 4 50	83 19	83 49	35 28	0,712
50	36,43	36,43	π — 6 4	81 6	81 37	33 16	0,656
55	36,49	36,49	π — 7 17	77 58	78 22	30 1	0,578
60	36,56	36,56	π — 8 42	74 36	74 59	26 38	0,501
65	36,73	36,74	π —12 30	69 47	70 0	21 39	0,396
70	37,01	37,03	π —18 18	63 37	63 49	15 28	0,277
72	37,24	37,34	π —24 30	60 38	60 49	12 28	0,221
74	37,62	37,76	π —33 6	57 28	57 48	9 27	0,166
76	38,56	38.73	π —52 36	54 13	54 35	6 14	0,019
77	39,64	39,88	π —75 54	53 11	53 35	5 14	0,092
78	40,89	41,43	72 48	52 47	53 19	4 58	0,087
79	41,80	42,13	58 42	53 27	54 19	5 58	0,106
80	33,99	34,07	41 18	39 50	39 34	8 47	0,154
85	35,65	35,65	9 30	24 13	24 11	24 10	0,449
87	35,89	35,89	4 30	15 49	15 49	32 32	0,638
89	36,09	36,09	36	7 49	7 49	40 32	0,855

Anfangswerthe. 2. Hauptlage.

φ	Compens.:	Corrig.:	Δ_2	Analys.:	Corrig.:	ψ_2	ϱ_2
0	35,05	36,05	π + 1° 48′	—	—	—	—
25	36,08	36,08	π + 1 13	92° 31′	92° 44′	44° 23′	0,979
30	36,10	36,10	π + 49	91 25	91 42	43 21	0,944

φ	Compens.:	Corrig.:	Δ_2	Analys.:	Corrig.:	ψ_2	ϱ_2
35	36,12	36,12	$\pi +$ 24′	90° 2′	90° 24′	42° 3′	0,902
40	36,15	36,15	$\pi -$ 12	88 23	88 34	40 13	0,846
45	36,18	36,18	$\pi -$ 49	86 26	86 44	38 23	0,792
50	36,20	36,20	$\pi -$ 1°25	84 5	84 23	36 2	0,727
55	36,25	36,25	$\pi -$ 2 24	81 23	81 38	33 17	0,656
60	36,29	36,29	$\pi -$ 3 12	78 3	78 30	30 9	0,580
65	36,37	36,38	$\pi -$ 5 12	73 12	73 30	25 9	0,469
70	36,49	36,50	$\pi -$ 7 42	67 15	67 37	19 16	0,350
72	36,55	36,57	$\pi -$ 9 6	64 5	64 18	15 57	0,286
74	36,68	36,73	$\pi -$12 6	60 26	60 32	12 11	0,216
76	37,05	37,10	$\pi -$19 48	56 7	56 26	8 5	0,142
77	37,38	37,54	$\pi -$28 42	54 6	54 19	5 58	0,105
78	38,02	38,23	$\pi -$42 36	52 24	52 38	4 17	0,075
79	39,67	40,08	$\pi -$79 54	51 24	51 45	3 24	0,059
80	32,98	33,05	61 42	43 47	43 22	4 59	0,087
85	35,69	35,70	8 30	27 35	27 34	20 47	0,380
87	35,96	35,96	3 12	18 0	18 0	30 21	0,585
89	36,10	36,10	24	8 53	8 53	39 28	0,823

Die Angaben des Compensators beziehen sich hierin auf die Trommeltheile der Schraube (Nullpunkt 36,14 — 36,12); wegen verschiedener Ganghöhe entspricht die Verzögerung 2π auf der einen Seite 17,910, auf der anderen 17,801 solcher Theile.

»Die mitgetheilten Beobachtungen zeigen auf's Deutlichste den Unterschied gegen ein unkrystallinisches Medium nicht nur dadurch, dass sich für die beiden Hauptlagen verschiedene Werthe ergeben, sondern es zeigen die für jede Hauptlage allein erhaltenen Werthe ein wesentliches Abweichen von dem Gange derselben bei isotropen Medien. Es convergiren nämlich ϱ und Δ mit abnehmendem Einfallswinkel nicht nach der Grenze 1, resp. π, sondern in der ersten Hauptlage nach kleineren, in der zweiten nach grösseren Werthen. Rechnet man die Verzögerung nur mod. π, wie es meistens geschieht, so tritt in der zweiten Hauptlage für steile Incidenzen negative relative Verzögerung ein, d. h. es ist das in der Einfallsebene polarisirte Licht gegen das senkrecht zu ihr polarisirte verzögert, und die Amplitude des letzteren ist durch die Reflexion grösser geworden als die des ersteren . . . .

Die Differenzen $\Delta_2 - \Delta_1$ und $\varrho_2 - \varrho_1$ zeigen sich von erheblicher Grösse, letztere wird mit abnehmendem Einfallswinkel immer grösser. Daher eignet sich der Antimonglanz sehr gut dazu, um Formeln, die für Krystalle Gültigkeit besitzen sollen, zu prüfen.«

Die Formeln, welche der Verf. aus der Voigt'schen Theorie abgeleitet hat, sind nun folgende:

$$(1)\begin{cases} r_1 = \varrho_1 e^{i\Delta_1} = \dfrac{E_s}{E_p}\cdot\dfrac{\cos\varphi - \sqrt{\beta}\sqrt{1-\gamma\sin^2\varphi}}{\cos\varphi + \sqrt{\beta}\sqrt{1-\gamma\sin^2\varphi}}\cdot\dfrac{\sqrt{\alpha}\cos\varphi + \sqrt{1-\alpha\sin^2\varphi}}{\sqrt{\alpha}\cos\varphi - \sqrt{1-\alpha\sin^2\varphi}}, \\ r_2 = \varrho_2 e^{i\Delta_2} = \dfrac{E_s}{E_p}\cdot\dfrac{\cos\varphi - \sqrt{\alpha}\sqrt{1-\gamma\sin^2\varphi}}{\cos\varphi + \sqrt{\alpha}\sqrt{1-\gamma\sin^2\varphi}}\cdot\dfrac{\sqrt{\beta}\cos\varphi + \sqrt{1-\beta\sin^2\varphi}}{\sqrt{\beta}\cos\varphi - \sqrt{1-\beta\sin^2\varphi}}. \end{cases}$$

Darin sind α, β, γ drei Constanten, deren reelle Theile wesentlich die Brechungsexponenten, deren imaginäre wesentlich die Absorption bestimmen. Bei den

Beobachtungen war das einfallende Licht geradlinig unter dem Azimuthe 45° gegen die Einfallsebene polarisirt, daher ist

$$\frac{E_s}{E_p} = 1.$$

In r_1 und r_2 sind nur α und β untereinander vertauscht; wenn also

$$(2)\qquad R_1 = \frac{1 + r_1}{1 - r_1} = \frac{1}{\cos\varphi}\,\frac{\sqrt{\alpha}\cos^2\varphi - \sqrt{\beta}\sqrt{1-\alpha\sin^2\varphi}\sqrt{1-\gamma\sin^2\varphi}}{\sqrt{\alpha\beta}\sqrt{1-\gamma\sin^2\varphi} - \sqrt{1-\alpha\sin^2\varphi}}$$

ist, so erhält man $R_2 = (1 + r_2):(1 - r_2)$ durch dieselbe Vertauschung. Für Antimonglanz darf man nicht, wie bei nichtabsorbirenden Krystallen nach Potenzen von $(\alpha - \beta):\alpha$ entwickeln und die höheren Potenzen*) weglassen, dagegen ist es erlaubt, die Quadrate von α, β, γ gegen 1 zu vernachlässigen. So folgt aus (2)

$$(3)\qquad R_1 = \frac{1}{\cos\varphi}\left\{(-\sqrt{\alpha}\cos^2\varphi + \sqrt{\beta})(1 + \sqrt{\alpha\beta}) - \tfrac{1}{2}\sin^2\varphi\,(\alpha\sqrt{\alpha}\cos^2\varphi + \gamma\sqrt{\beta})\right\}\cdot$$

$$(4)\qquad R_2 = \frac{1}{\cos\varphi}\left\{(-\sqrt{\beta}\cos^2\varphi + \sqrt{\alpha})(1 + \sqrt{\alpha\beta}) - \tfrac{1}{2}\sin^2\varphi\,(\beta\sqrt{\beta}\cos^2\varphi + \gamma\sqrt{\alpha})\right\}$$

und folglich

$$(5)\qquad R_1 + R_2 = (\sqrt{\alpha} + \sqrt{\beta})\,\frac{\sin^2\varphi}{\cos\varphi}\left[1 + \sqrt{\alpha\beta} - \tfrac{1}{2}\gamma - \tfrac{1}{2}\cos^2\varphi\,(\alpha + \beta - \sqrt{\alpha\beta})\right],$$

$$(6)\qquad R_1 - R_2 = (\sqrt{\beta} - \sqrt{\alpha})\,\frac{1}{\cos\varphi}\left[(1 + \sqrt{\alpha\beta} - \tfrac{1}{2}\gamma)(1 + \cos^2\varphi) + \tfrac{1}{2}\cos^2\varphi\,(2\gamma + (\alpha + \beta + \sqrt{\alpha\beta})\sin^2\varphi)\right].$$

Man berechnet nun α und β zuerst aus den Näherungsformeln

$$(7)\qquad R_1 + R_2 = (\sqrt{\alpha} + \sqrt{\beta})\,\frac{\sin^2\varphi}{\cos\varphi},$$

$$(8)\qquad R_1 - R_2 = (\sqrt{\beta} + \sqrt{\alpha})\,\frac{1}{\cos\varphi}.$$

Durch geeignete Benutzung dieser Werthe berechnen sich die genaueren Werthe und es zeigt sich dann für die verschiedenen eine genügende Uebereinstimmung zwischen den beobachteten Werthen von Δ und ψ und den berechneten.

Die Brechungsexponenten n und Absorptionscoëfficienten $\varkappa$, welche sich aus den Constanten α und β ergeben, sind

$$n_1 = 5{,}17 \qquad n_2 = 4{,}49$$
$$\varkappa_1 = 0{,}143 \qquad \varkappa_2 = 0{,}177$$
$$n_1\varkappa_1 = 0{,}740 \qquad n_2\varkappa_2 = 0{,}795.$$

*) Vergl. Wiedemann's Ann. d. Phys. **32**, 584. Ref. diese Zeitschr. **15**, 345.

Die Brechungsexponenten sind also so gross, wie sie noch nie beobachtet wurden, $n\varkappa$ ein Maass für die Absorption etwa viermal kleiner, als für Silber.

In dem zweiten Theile der Arbeit behandelt der Verf. die Abhängigkeit der relativen Verzögerung Δ und des Amplitudenverhältnisses ϱ von dem Azimuthe der Einfallsebene. Bei diesen Beobachtungen stellte sich heraus, dass leider die optische Symmetrie mit der geometrischen nicht übereinstimmte. Für die Neigung der Axen gegeneinander ergaben sich sehr verschiedene Werthe 2°,6—15°,4, die auch von der benutzten Stelle des Krystalles abzuhängen scheinen. Möglicherweise hängt diese Erscheinung mit einem Knick zusammen, welcher den Krystall durchzog, möglicherweise gehört aber auch der Antimonglanz gar nicht in das rhombische System. Der Verf. benutzt indessen die Formeln des rhombischen Systemes, indem er die Axen der optischen Symmetrie zu Grunde legt und giebt an, die von ihm constatirte Anomalie besitze nur krystallographisches Interesse. Die unter diesen Annahmen aus der Voigt'schen Theorie berechneten Werthe stimmen wieder recht gut mit den Beobachtungen überein und es ist nur zu bedauern, dass der Verf. bei seiner sorgfältigen, mühevollen Untersuchung nicht auf Material von ganz einwurfsfreier Beschaffenheit traf.

Ref.: E. Blasius.

26. W. C. Röntgen und J. Schneider (in Giessen): **Ueber die Compressibilität des Sylvins, des Steinsalzes und der wässerigen Chlorkaliumlösungen** (Wiedemann's Ann. d. Phys. 1888, **34**, 531—551). Die Methode, deren sich die Verf. bei ihren Untersuchungen bedienten, wurde in früheren Arbeiten über die Compressibilität von Salzlösungen beschrieben. Im Compressionsgefässe befanden sich zwei Glasgefässe, von denen das eine mit der zu untersuchenden Flüssigkeit, das andere mit Wasser angefüllt war. An den beiden Gefässen waren calibrirte Capillaren angebracht und diese standen in Verbindung mit einer weiteren Röhre, welche Luft enthielt, so dass die Flüssigkeiten durch dieselbe Luft von dem übrigen Inhalte des Compressionsgefässes abgeschlossen wurden. Das Gefäss mit Wasser (Piëzometer 1) diente sowohl, um die Compressionen der Flüssigkeit auf diejenige des Wassers zu beziehen, wie auch als empfindliches Thermometer. Auf diese Weise ist es natürlich nicht möglich, die wirkliche Compressibilität zu messen, nämlich $1 : v \,.\, \Delta v : \Delta p$, worin v das Volumen und Δv die durch die Druckänderung Δp bei constanter Temperatur hervorgebrachte Volumänderung ist, sondern nur die relative Compressibilität, nämlich

$$c = \frac{\gamma_3 - \gamma_1}{\gamma_2 - \gamma_1}\,,$$

worin γ_1 die Compressibilität des Materiales ist, aus welchem das Piëzometer besteht, γ_3 und γ_1 die Compressibilitäten der zu untersuchenden Flüssigkeit und des Wassers. Durch besondere Versuche, bei welchen die Drucke durch ein grosses Quecksilbermanometer ausgeübt wurden, fand sich auch die scheinbare Compressibilität des Wassers $\gamma_3 - \gamma_1$. Man kann danach die wirklichen Compressibilitäten der Flüssigkeiten bestimmen, wenn man für Glas den Werth annimmt, welchen andere Beobachter dafür gefunden haben. Auf die Messung der Compressibilität fester Körper findet diese Methode derart Anwendung, dass das Piëzometer mit dem festen Körper und einer Flüssigkeit angefüllt wird. Aus der scheinbaren Compressibilität des Piëzometerinhaltes und der besonders bestimmten scheinbaren Compressibilität der Flüssigkeit (in dem vorliegenden Falle Koch-

salzlösung) ergiebt sich, wenn man durch Wägungen und Dichtebestimmungen die Volumen des festen Körpers und der Flüssigkeit bestimmt, die Compressibilität für den festen Körper. So fanden die Verf. für die relative scheinbare Compressibilität des Steinsalzes bei 18° den Werth 0,0476. Wird dieser Werth mit der von den Verf. für Wasser bei 17°,95 gefundenen scheinbaren Compressibilität 0,00004413 Atm.$^{-1}$ multiplicirt, so ergiebt sich für die scheinbare Compressibilität des Steinsalzes bei 18° 0,00000210 Atm.$^{-1}$. Dieser mit Steinsalzstäbchen gefundene Werth weicht bedeutend von dem mit Steinsalzpulver erhaltenen (0,00000284) ab, was sich dadurch erklärt, dass bei Erhöhung des Druckes mehr Substanz in Lösung geht. Nach Rechnung ergiebt sich, dass beim Pulver nur der achte Theil von dem in Lösung geht, was dem Drucke entsprechen würde; also ist bei den Steinsalzstäbchen, welche eine mehr als hundertmal kleinere Oberfläche darbieten, keine Fälschung der Resultate aus diesem Grunde zu befürchten.

Die scheinbare Compressibilität des Sylvins bei 18° ergab sich zu 0,00000424 Atm.$^{-1}$.

Von Interesse ist ein Vergleich der so gefundenen Compressibilitäten mit denjenigen, die sich aus den elastischen Constanten ableiten lassen. Die Versuche Voigt's ergaben für Steinsalz 0,00000420 Atm.$^{-1}$. Aus den Beobachtungen Koch's über die Elasticitätsconstanten des Sylvins folgt für die Compressibilität, wenn man annimmt, dass bei Sylvin, wie es für Steinsalz nachgewiesen ist, die Poisson'sche Relation gilt, der Werth 0,00000559 Atm.$^{-1}$. Die erwähnte Annahme ermöglicht die Berechnung, da keine Versuche über Drillung bei Sylvin vorliegen. Nach der Berechnung aus den Elasticitätsconstanten wäre die Differenz der Compressibilitäten des Sylvins und des Steinsalzes 0,00000139 Atm.$^{-1}$, nach den Versuchen der Verf. viel grösser, denn nach ihnen ist die Differenz der scheinbaren, also auch die der wirklichen Compressibilitäten 0,00000214 Atm.$^{-1}$; während die scheinbare Compressibilität des Steinsalzes, plus der aus den Grassi'schen Beobachtungen über die Compressibilität des Wassers für die Deformationsconstante des Piëzometers gefolgerten Werthe 0,00000210 Atm.$^{-1}$, gleich dem aus den Elasticitätsbeobachtungen berechneten Werthe 0,00000420 Atm.$^{-1}$ ist.

Ein einfacher Zusammenhang scheint nach den Beobachtungen der Verf. zwischen den Compressibilitäten für die Lösungen und denjenigen der gelösten festen Körper zu bestehen. Es gilt für die Lösungen nämlich mit grosser Annäherung die Gleichung

$$(y - b)(n + a) = (1 - b)a\ ,$$

worin y die relative scheinbare Compressibilität der Lösung, a und b Constanten, n die Molekülzahl ist. n bestimmt sich aus der Formel

$$n = \frac{1000000}{m} \cdot \frac{p}{100 - p}\ ,$$

worin m das Molekulargewicht der Substanz, p der Procentgehalt ist und wobei ferner angenommen wird, dass 1 g Wasser 1000000 : 17,96 Moleküle enthält (17,96 Molekulargewicht von H_2O).

Diese Beziehung leitet sich ab aus der Annahme, dass man die Compressibilität der Lösung aus der Compressibilität der gelösten Substanz und des Lösungsmittels und deren Mischungsverhältniss durch lineare Interpolation erhält. Denn:

»Es seien v' und v'' die in der Volumeneinheit der Lösung enthaltenen Volumina Wasser, resp. gelöster Substanz; γ', γ'', γ die resp. Compressibilitäten des Wassers, der Substanz und der Lösung, so soll versuchsweise gesetzt werden:

$$\gamma = \gamma' v' + \gamma'' v''$$

oder, da $v' + v'' = 1$:

$$\gamma = \gamma' + (\gamma'' - \gamma')v'' .$$

Führen wir nun an die Stelle von v'' die Anzahl Moleküle des gelösten Körpers ein, die auf 1 g Wasser kommen, welche wir mit n bezeichneten, so ist zu setzen:

$$n = a\frac{v''}{v'} = a\frac{v''}{1 - v''} ,$$

wo a eine dem gelösten Körper eigenthümliche Constante bedeutet. Setzt man den aus dieser Gleichung sich ergebenden Werth von v'' in die Gleichung für γ ein, so erhält man nach einfachen Reductionen:

$$(\gamma - \gamma'')(n + a) = (\gamma' - \gamma'')a .$$

Um die Gleichung für unsere Zwecke brauchbar zu machen, muss die wirkliche Compressibilität durch die relative scheinbare ersetzt werden; dadurch erhält die Gleichung die Form

$$(y - b)(n + a) = (1 - b)a ,$$

wenn wir vorübergehend mit y die relative scheinbare Compressibilität der Lösung und mit b die des gelösten Körpers bezeichnen«*).

Diese Beziehung stellt nun nicht nur in grosser Annäherung für verschieden concentrirte Sylvin- und Steinsalzlösungen die Messungsresultate dar, sondern ist auch angenähert gültig für den Fall, dass man den Werth für Steinsalz selbst aus der Formel berechnet, indem man $n = \infty$ setzt. So ergiebt sich die Compressibilität des festen $NaCl$ berechnet

aus der relat. scheinb. Compressibilität der Lösungen = 0,00000519 Atm.$^{-1}$
- - - molekul. - - - = 0,00000517 -

Für KCl ist der Unterschied nicht mehr so gering. Compressibilität des festen KCl berechnet

aus der relat. scheinb. Compressibilität der Lösungen = 0,00001095 Atm.$^{-1}$
- - - molekul. - - - = 0,00000817 -

während sich aus den Versuchen 0,00000634 Atm.$^{-1}$ ergiebt.

Ref.: E. Blasius.

27. Fr. Stenger (in Strassburg): **Ueber die Gesetze des Krystallmagnetismus** (Wiedemann's Ann. d. Phys. 1888, **35**, 331—353). In einer früheren Arbeit hatte der Verf. die Thomson'sche Theorie der Magnetisirung von Krystallen experimentell untersucht und nicht bestätigt gefunden. Herr W. König nahm diese Untersuchung auf und kam zum entgegengesetzten Resultate. Die vorliegende Arbeit enthält eine neue eingehende Prüfung des Gegenstandes. Das

*) W. C. Röntgen u. J. Schneider, Wiedemann's Ann. d. Phys. 1886, **29**, 193.

Drehungsmoment, welches in einem homogenen magnetischen Felde auf eine Kugel eines einaxigen Krystalles ausgeübt wird, ist

$$D = \sigma F^2 (K_2 - K_1) \sin^2 \vartheta \sin \psi \cos \psi$$

(σ Volumen des Krystalles, F Stärke des magnetischen Feldes, K_2, K_1 die Magnetisirungsconstanten in, resp. senkrecht zur Hauptaxe, ϑ Winkel der Hauptaxe gegen die verticale Drehungsaxe, ψ Winkel zwischen der Verticalebene durch die Hauptaxe und der Aequatorebene des Magneten).

I. Der Ruhmkorff'sche horizontale Elektromagnet wurde mit 24 Accumulatoren (zu sechs hinter- und zu vieren nebeneinander geschaltet) erregt. Mit einer kleinen Inductionsspirale wurde constatirt, dass in einem Cylinder von 10 cm Länge, dessen Endflächen 1 cm von den Polen abstanden, das Feld genügend homogen war. Die horizontale Richtung der Kraftlinien ergab sich aus der wagerechten Einstellung 2 cm langer, in der Mitte aufgehängter Stäbchen von weichem Eisen. Die Bestimmung der Feldstärke geschah nach einer vom Verf. angegebenen Methode durch Beobachtung der Ablenkung einer von einem gemessenen Strome durchflossenen, bifilar aufgehängten Rolle im magnetischen Felde. Die Kugel wurde diesmal nicht zunächst an einen Holzstab, sondern an einen Glasstab angekittet und dieser an einem Silberdrahte aufgehängt. Diese Aufhängung übte keine magnetische Anziehung aus, während eine solche bei der früheren Art nach der Vermuthung des Herrn König wie des Verfs. die Abweichungen der Messungsresultate von den theoretischen Werthen verursacht hat. D wurde sowohl nach der Schwingungsmethode (A.), wie nach der Ablenkungsmethode (B.) bestimmt.

A. Die optische Axe wird in die Aequatorebene des Magneten gedreht, die Schwingungsdauer T_m im magnetischen Felde und T_0 ohne Magnetisirung nach Gauss'scher Methode bestimmt. Dann ist, wenn $K_2 - K_1 = K$, M das Trägheitsmoment der Aufhängung und τ die Directionskraft der Torsion ist,

$$\tau = \frac{\pi^2 M}{T_0} \qquad \tau + K \,.\, \sigma F^2 \sin^2 \vartheta = \frac{\pi^2 M}{T_m^2} \,.$$

Folglich

$$K = \frac{\pi^2 M}{\sigma F^2 \sin^2 \vartheta} \cdot \frac{T_0^2 - T_m^2}{T_0^2\, T_m^2} \,.$$

B. Das Drehungsmoment der Torsion wird dem Ablenkungswinkel (der klein ist) proportional gesetzt. Wird dann die Kugel aus der Lage, in der die Axe äquatorial steht, durch die Torsion φ_0 des oberen Endes des Aufhängungsdrahtes (am Torsionskopfe) um den Winkel φ_m gedreht, so ist:

$$K = \frac{\pi^2 M}{\sigma F^2 \sin^2 \vartheta_1} \cdot \frac{\varphi_0 - \varphi_m}{T_0^2\, \varphi_m} \,.$$

Es ergab sich

$$\frac{K\sigma}{M}\, 10^8 \,.$$

ϑ	Schwingungsmethode:	Ablenkungsmethode:
87,8	3,11	3,16
79,3	3,11	3,03
61,3	3,165	3,085
36,7	3,125	3,07
18,8	2,93	

Also abweichend von den früheren Versuchen aber übereinstimmend mit den Resultaten von König war $\frac{K\sigma}{M}$, also auch K innerhalb der Beobachtungsfehler constant.

II. Abhängigkeit des Drehungsmomentes von ψ. Bei der Bestimmung durch die Ablenkungsmethode wurde zuerst T_0 bestimmt, dann durch Drehung α am Torsionskopfe bei Magnetisirung die Kugel wieder soweit gedreht, dass die Ruhelage dieselbe war.

$$\frac{K.\sigma}{M} = \frac{2\alpha\,\pi^2}{T_0^2 F^2 \sin^2\vartheta \sin^2\varphi}.$$

ψ	F	T_0	α	$\frac{K\sigma}{M}\,10^8$
10,6°	643	18,363	4,71	3,21
21,7	647	18,391	8,71	3,08
31,2	615	18,360	10,2	3,10
41,3	550	18,480	9,12	3,07
55,1	567	18,396	9,5	3,18
63,9	568	18,339	7,72	3,10
83,4	559	18,438	4,05	4,15
			Mittel	3,12

Der letzte Werth, wegen fehlerhafter Bestimmung von ψ unrichtig, wurde bei Bildung des Mittels weggelassen.

Bei der Schwingungsmethode wurde zuerst T_0 bestimmt, dann der Magnet erregt, die Kugel durch Drehung am Torsionskopfe in die richtige Lage gebracht und T_m' beobachtet.

$$\frac{\sigma K}{M} = \frac{\pi^2 (T_0^2 - T_m'^2)}{F^2 \sin^2\vartheta \cos 2\psi \, T_0^2 T_m'^2}.$$

ψ	F	T_0	T_m'	$\frac{K\sigma}{M}\,10^8$
10.6	745	18.348	14.845	2,99
10,7	641	18,361	15,505	3,08
21,7	634	18,366	16,150	2,94
31,3	611	18,359	16,880	3,11
41,1	549	18,354	17,965	3,13
55,3	563	18,363	19,481	2,93
64,5	566	18,342	20,564	2,97
82,7	650	18,415	24,006	2,93
			Mittel	3,01

Auch diese Beobachtungen bestätigen die Thomson'sche Theorie.

III. Bei den früheren Versuchen legte der Verf. auf die absolute Messung der Feldstärke kein Gewicht, nach neueren genauen Beobachtungen bleibt indess das Resultat bestehen, dass für zwei Kugeln (I. und II.) K gleich gross war. Herr König hatte dagegen ganz andere Werthe gefunden. Der Verf. untersuchte in Folge dessen weitere Stücke und stellte fest, dass seine Methode der Messung der Feldstärke dasselbe Resultat lieferte, wie die Messung derselben durch Inductionsstösse. Die erhaltenen Werthe sind mit denen von König zusammen folgende:

	Gewicht:	$K.10^{16}$
Kugel 1 von Herrn König	1,018	1080
- 2 - - -	4,116	1160
- 3 - - -	11,810	1080
Parallelepiped IV	17,775	797
Kugel V	23,682	788
- III	49,067	900
- I	119,10	innerh. d. Fehlergrenzen identisch m. d. Werthe f. I.
- II	129,03	803

K ist also durchaus nicht von Stück zu Stück constant. Unterschiede in dem specifischen Gewichte waren bei den Stücken des Verf. kaum, Unterschiede in der Fluorescenz überhaupt nicht nachzuweisen, eine chemische Untersuchung unterblieb.

IV. Ueber das Verhalten des Quarzes im magnetischen Felde kommt der Verf. durch seine Beobachtungen zu dem von dem König'schen abweichenden Resultate, dass zwischen den Feldstärken 300—1000 K bei steigender Feldintensität nicht abnimmt.

Ref.: E. Blasius.

28. W. Voigt (in Göttingen): **Bestimmung der Elasticitätsconstanten von Flussspath, Pyrit, Steinsalz, Sylvin** (Wiedemann's Ann. d. Phys. 1888, **35**, 642—661 u. Nachr. v. d. K. Ges. d. Wiss. etc. zu Göttingen 1888, Nr. 11, 299—340). Die Elasticitätsconstanten c_{hk}, welche die Abhängigkeit zwischen den Druckcomponenten und den Deformationen vermitteln, definiren sich im regulären System durch die Gleichungen

$$\begin{aligned} -X_x &= c_{11}x_x + c_{12}y_y + c_{12}z_z & \qquad -Y_z &= c_{44}y_z \\ -Y_y &= c_{12}x_x + c_{11}y_y + c_{12}z_z & -Z_x &= c_{44}z_x \\ -Z_z &= c_{12}x_x + c_{12}y_y + c_{11}z_z & -X_y &= c_{44}x_y. \end{aligned}$$

Bildet man aus diesen Constanten die Ausdrücke:

$$\begin{aligned} s_{11} = s_{22} = s_{33} &= (c_{11} + c_{12}):(c_{11} - c_{12})(c_{11} + 2c_{12}), \\ s_{23} = s_{31} = s_{12} &= -c_{12}:(c_{11} - c_{12})(c_{11} + 2c_{12}), \\ s_{44} = s_{55} = s_{66} &= 1 : c_{44}, \end{aligned}$$

dann ist die Biegung eines prismatischen Stabes, dessen Längsrichtung durch die Richtungscosinus α, β, γ bestimmt ist:

$$\eta = \frac{EPL}{4BD^3},$$

worin P das biegende Gewicht, LBD Länge, Breite und Dick-
deuten und

$$E = s_{11}(\alpha^4 + \beta^4 + \gamma^4) + (s_{44} + 2s_{12})(\beta^2\gamma^2 + \gamma^2\alpha^2 + \alpha^2\beta^2)$$
$$= \tfrac{1}{2}(s_{44} + 2s_{12}) + (s_{11} - s_{12} - \tfrac{1}{2}s_{44})(\alpha^4 + \beta^4 + \gamma^4) \text{ ist.}$$

Der Drillungscoëfficient eines rechteckigen Prismas, dessen Längsrichtung ebenso orientirt ist, wie beim erwähnten, ist

$$T = 4s_{11}(\alpha^2\alpha_1^2 + \beta^2\beta_1^2 + \gamma^2\gamma_1^2) + 2(s_{44} + 4s_{12})(\beta\beta_1\gamma\gamma_1 + \gamma\gamma_1\alpha\alpha_1 + \alpha\alpha_1\beta\beta_1) + s_{44}(\beta^2\gamma_1^2 + \gamma^2\beta_1^2 + \gamma^2\alpha_1^2 + \alpha^2\gamma_1^2 + \alpha^2\beta_1^2 + \beta^2\alpha_1^2)$$
$$= s_{44} + 2(2(s_{11} - s_{12}) - s_{44})(\alpha^2\alpha_1^2 + \beta^2\beta_1^2 + \gamma^2\gamma_1^2),$$

worin α_1, β_1, γ_1 die Richtungscosinus der grösseren Querdimension bezeichnen.

Fallen alle Kanten des Prismas mit Symmetrieaxen zusammen, so ist der Drillungswinkel

$$\tau = \frac{3TLN}{BD^3\left(1 - \frac{3}{16}\lambda\frac{D}{B}\sqrt{\frac{T'}{T}}\right)}.$$

Darin bedeuten: N das Drehungsmoment, λ eine Function von $B:D$, die für Werthe grösser als 3 merklich constant 3,361 ist und T' den Werth von T, wenn darin α_1, β_1, γ_1 durch die Richtungscosinus der kleineren Querdimension ersetzt werden.

Die Drillung eines Kreiscylinders ist

$$\tau = \frac{T^0 LN}{4R^4},$$

$$T^0 = 2s_{44} + 4(2(s_{11} - s_{12}) - s_{44})(\beta^2\gamma^2 + \gamma^2\alpha^2 + \alpha^2\beta^2).$$

Die Werthe E für die Richtung der Würfelnormale E_w, Granatoëdernormale E_g und Oktaëdernormale E_0 ergeben sich leicht durch Einsetzen der betreffenden Richtungscosinus.

Bei allseitigem Drucke sind der lineare Ausdehnungscoëfficient und der cubische Dilatationscoëfficient bezw.

$$A = s_{11} + 2s_{12},$$
$$M = 3s_{11} + 6s_{12}.$$

Aus A und der thermischen Dilatation a ergiebt sich der thermische Druck q.

$$a = q.A = q(s_{11} + 2s_{12}),$$
$$q = a(c_{11} + 2c_{12}).$$

Flussspath. Das bei den früheren Versuchen des Verf. (Berl. Ber. 1884. 42, 989) benutzte Material war nicht ganz sprungfrei. Das neue Stück vom Brienzer See zeigte sich in dieser Hinsicht besser und die Resultate weichen im Mittel um ca. 5% von den früheren ab. Die Werthe sind (Mittel aus Reihen von Einzelbestimmungen; $1 : E = $ E, $1 : T = $ T):

	$E_w = 14730000$	$E_w = 6,789.10^{-8}$
Wahrscheinl. Fehler	± 11000	$\pm 0,005$
Früher erhaltener Werth	$E_w = 13940000$	
	$E_g = 10080000$	$E_g = 9,921.10^{-8}$
Wahrscheinl. Fehler	± 4000	$\pm 0,004$

Früher erhaltener Werth $E_g = 9527000$ $T_w = 3446000$ $\quad T_w = 29,02.10^{-8}$

Wahrscheinl. Fehler ± 2200 $\quad \pm 0,019$

Früher erhalt. Werth $T_w = 3380000$

Die aus E_w, E_g, T_w berechneten Werthe der s sind $s_{11} = (6,789 \pm 0,005).10^{-8}$, $s_{44} = (29,02 \pm 0,019).10^{-8}$, $s_{12} = -(1,46 \pm 0,015).10^{-8}$. Der Coëfficient der cubischen Compression bei allseitigem Drucke

$$M = 11,61.10^{-8}$$

und da a (nach Pfaff) $= 0,0000195$ ist:

$$q = 505.$$

Die Werthe der Elasticitätsconstanten selbst sind:

$$c_{11} = 16700000, \qquad c_{44} = 3450000, \qquad c_{12} = 4570000.$$

Wie schon aus den früheren Beobachtungen hervorging, ist die Poisson-sche Relation $c_{12} = c_{44}$ nicht erfüllt. »Das Material muss also hoch polarwirkende Moleküle besitzen.«

Pyrit. Die Schwierigkeit, geeignetes Material zu finden, verhinderten den Verf. daran, den Einfluss der Hemiëdrie auf die Elasticität genauer zu untersuchen und überhaupt mehr als ungefähre Werthe zu erhalten.

$$E_w = 35300000 \qquad E_w = 2,83.10^{-8}$$
$$E_g = 25300000 \qquad E_g = 3,95.10^{-8}.$$

Die Dehnungswiderstände sind auffallend gross; E_w übertrifft den grössten am Topas gefundenen Werth (32450000).

$$T_w = 10750000 \qquad T_w = 9,30.10^{-8}$$
$$s_{11} = 2,83.10^{-8}, \qquad s_{44} = 9,30.10^{-8}, \qquad s_{12} = +0,43.10^{-8}.$$

Der Coëfficient der cubischen Compression bei allseitigem Drucke

$$M = 11,06.10^{-8}$$

und, da a (nach Pfaff) $= 0,0000101$,

$$q = 273.$$

Endlich

$$c_{11} = 36800000, \qquad c_{44} = 10750000, \qquad c_{12} = -4830000.$$

Pyrit ist das erste Material, welches einen positiven Werth für ein s_{12}, s_{23}, s_{31} und einen negativen für ein c darbietet. Die Poisson'sche Relation $c_{12} = c_{44}$ ist hier wieder nicht erfüllt.

Steinsalz. Eine erneute Untersuchung wurde durch die Arbeit von Röntgen und Schneider veranlasst, welche für die Compressibilität des Steinsalzes eine Zahl gefunden haben, die von derjenigen etwas abweicht, welche sich aus den früheren Messungen der Verf. berechnen lässt.

$E_w = 4187000$ $\quad E_w = 23,82.10^{-8}$

Wahrscheinl. Fehler ± 3000 $\quad \pm 0,02$

Früher erhalt. Werth 4186000

$E_g = 3490000$ | $E_g = 28{,}65 . 10^{-8}$
Wahrscheinl. Fehler ± 4000 | $\pm 0{,}03$

Früher erhalt. Werth 3482000

$T_w = 1294000$ | $T_w = 77{,}29 . 10^{-8}$
Wahrscheinl. Fehler ± 1200 | $\pm 0{,}071$.

Daraus folgen:

$$s_{11} = (23{,}82 \pm 0{,}02) . 10^{-8}, \qquad s_{44} = (77{,}29 \pm 0{,}07) . 10^{-8},$$
$$s_{12} = -(5{,}165 \pm 0{,}03) . 10^{-8};$$

der Coëfficient der cubischen Compression:

$$M = 40{,}47 . 10^{-8},$$

da a nach neuen Beobachtungen des Verfs. $= 0{,}0000406$

$$q = 301.$$

Endlich:

$$c_{11} = 4770000, \qquad c_{44} = 1294000, \qquad c_{12} = 1320000.$$

Sylvin. Von Herrn Koch waren nur Biegungswiderstände gemessen. Wegen des weichen Materiales waren die Beobachtungen mit Schwierigkeiten verknüpft, auch stimmen die Werthe für verschiedene Krystalle nicht mehr überein.

$E_w = 3724000$ | $E_w = 26{,}85 . 10^{-8}$
Wahrscheinl. Fehler ± 4000 | $\pm 0{,}06$

$E_g = 1960000$ | $E_g = 51{,}0 . 10^{-8}$
Wahrscheinl. Fehler ± 8000 | $\pm 0{,}2$

Die Werthe von Koch waren

$$E_w = 4010000$$
$$E_g = 2088000.$$

Die Differenzen der beiden Beobachter lassen sich nicht aufklären.

$T_w = 655000$ | $T_w = 153{,}0 . 10^{-8}$
Wahrscheinl. Fehler ± 2000 | $\pm 0{,}5$

Aus diesen Zahlen ergeben sich die weiteren Werthe

$$s_{11} = (26{,}85 \pm 0{,}06) . 10^{-8}, \qquad s_{44} = (153{,}0 \pm 0{,}5) . 10^{-8},$$
$$s_{12} = -(1{,}35 \pm 0{,}46).$$
$$M = 72{,}3 . 10^{-8}$$
$$q = 154,$$

(da a nach Messung des Verfs. $= 0{,}0000371$)

$$c_{11} = 3750000, \qquad c_{44} = 655000, \qquad c_{12} = 198000.$$

Am Schlusse macht der Verf. darauf aufmerksam, dass sich die Compressibilität aus den Elasticitätsbeobachtungen in sehr ungünstiger Weise berechnet, so dass die Beobachtung mit dem Piëzometer bedeutende Vorzüge hat. Aus den Messungen des Verfs. an dem einen Sylvinkrystalle folgt $M = 72 . 10^{-8}$, an dem

anderen 62.10^{-8}. Die Differenz gegen Steinsalz 42.10^{-8} stimmt mit der von Röntgen und Schneider beobachteten Differenz $20,7.10^{-8}$ überein, wenn man den Werth des zweiten Sylvinkrystalles allein berücksichtigt.

Ref.: E. Blasius.

29. A. Schönflies (in Göttingen): **Beitrag zur Theorie der Krystallstructur** (Nachr. v. d. k. Ges. d. Wiss. z. Gött. 1888, 483—501). Der Verf. stellt sich in dieser Arbeit die Aufgabe, zu zeigen, »dass es regelmässige Punktsysteme giebt, welche gestatten, die Krystallstructur einer jeden der 32 möglichen Krystallclassen auf die gleiche Art zu veranschaulichen und zwar so, dass jeder Krystallbaustein durch einen einzigen Raumpunkt repräsentirt ist«. Die Theorie der Krystallstructur ist hier, wie in den Arbeiten von Haag und Fedorow, in nahen Zusammenhang mit dem Problem der regulären Raumtheilung gebracht. Das einfachste Beispiel einer solchen bietet das parallelepipedische Bravais'sche Raumgitter dar. Das Elementarparallelepiped stellt in diesem Falle das vor, was der Verf. den Fundamentalbereich nennt.

Alle Deckbewegungen, welche ein Punktsystem zulässt, bezeichnet der Verf. als »die zu diesem Punktsysteme gehörige Gruppe von Bewegungen«. Andererseits bestimmt sich für jede Bewegungsgruppe auch eine reguläre Raumtheilung, deren Bereiche ebenso durch die Gruppe von Bewegungen ineinander übergeführt werden, wie die Punkte des Punktsys emes. Während Sohncke in seiner Theorie der Punktsysteme nur diejenigen (65) Systeme behandelt, bei welchen die Lage aller Punkte um jeden Punkt congruent war, untersucht der Verf. auch den Fall, dass die Configuration um die verschiedenen Punkte entweder congruent oder auch nur symmetrisch ist. Demgemäss mussten zu der Gruppe von Bewegungen auch Spiegelungen hinzugefügt werden. Die Combination einer Spiegelung und einer Bewegung, durch welche man auch in diesem Falle Coincidenz erreichen kann, nennt der Verf. symmetrische Operation. Jedes derartige Punktsystem besteht aus zwei Arten von Punkten. Jeder Punkt kann mit jedem anderen gleicher Art schon durch Bewegung allein zur Deckung gebracht werden, so dass sich auch alle anderen decken, bei einem Punkte der anderen Art gelingt es nur durch eine symmetrische Operation. Der Verf. hat diese (171) Systeme in einer damals noch nicht veröffentlichten Arbeit aufgestellt. Interessant ist die Thatsache, die der Verf. einstweilen ohne Beweis giebt, dass sich die Fundamentalbereiche der zu solchen Systemen gehörigen symmetrisch regulären Raumtheilung aus den Fundamentalbereichen der 65 Sohncke'schen Punktsysteme ergeben, indem man einen der letzteren in zwei zu einander symmetrische Theile zerlegt, wovon jeder einen Fundamentalbereich der symmetrischen Raumtheilung bildet.

Der wichtigste Satz der Arbeit, dessen Beweis der Verf. an anderem Orte giebt, ist jedenfalls der, dass die sämmtlichen 32 nach der Symmetrie unterschiedenen Classen der Krystalle unter den 236 Punktsystemen ihre Vertreter haben. Die Sohncke'schen Punktsysteme können, da sie zu Gruppen von Bewegungen allein gehören, nach Ansicht des Verfs. nur solche Krystallclassen darstellen, die nur Symmetrieaxen und keine Symmetrieebenen besitzen. Nach dieser Behauptung steht der Verf., wenn es sich um die Entscheidung der Symmetrie eines Punktsystemes handelt, auf anderem Boden, wie Sohncke und Andere, indem er einem Punktsysteme nicht die thatsächlich vorhandene Symmetrie zuerkennt, sondern nur eine Symmetrie, die er aus der Art folgert, wie man das Punktsystem construirt hat. Den Vortheil seiner Auffassung findet der Verf. in d

abhängigkeit des dem Punktsysteme eigenthümlichen Symmetriecharakters von der Lage des Constructionspunktes«, »denn während in der ursprünglichen Sohncke'schen Theorie sich der Symmetriecharakter mancher Punktsysteme nur dadurch erreichen lässt, dass bei Systemen, denen dieser Symmetriecharakter im Allgemeinen nicht zukommt, der Constructionspunkt in eine ganz bestimmte Stelle des Fundamentalbereiches gelegt werden muss, ist bei den Systemen des § 2 der Symmetriecharakter eine allgemeine, innere Eigenschaft dieser Punktsysteme«.

Ein weiterer Satz der Arbeit besagt, »die zu einem Punktsysteme gehörige Raumtheilung lässt sich stets in derartige grössere Körper Ω zerlegen, welche genau so viele Punkte enthalten, als die allgemeinste einfache Krystallform der bezüglichen Krystallclasse Flächen besitzt«.

Gegenüber der erweiterten Sohncke'schen Theorie hebt der Verf. als Vorzug seiner Theorie namentlich hervor, dass Sohncke eine Ungleichartigkeit der Punkte gestatte, während der Verf. alle Classen der Krystalle durch Systeme von Elementen von gleicher oder symmetrischer Form erklärt.

Ref.: E. Blasius.

30. H. von Foullon (in Wien): **Mineralogische und petrographische Notizen** (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1888, 38, 1).

Mineralien von Hall in Tirol. Bleiglanz, grobkrystallinisch in Putzen im verworren faserigen Anhydrit, gegen den er meist durch Hexaëderflächen abgegrenzt ist; enthält Spuren von *As*. Zusammen damit findet sich Breunerit in Pinolith-ähnlichen Aggregaten, deren nach $0P$ tafelige Individuen in Salz eingebettet und durch dieses verkittet sind; oberflächlich zeigen sie einen Ueberzug von kohliger Substanz. Die Analyse ergab FeO 11,88; MnO 1,36; MgO 37,68. Blödit von gelber Farbe findet sich in Putzen und Körnern im Kernsalz, mit welchem er auch innig gemengt ist, sowie in Partien im Haselgebirge und ist in geringen Mengen sehr verbreitet. Die Stücke aus dem Kernsalz bestehen stets aus Kern und Hülle, ersterer meist kryptokrystallinisch und wachsglänzend, letztere grobstengelig. Die Knollen schliessen Körner von Polyhalit (bestimmt wurden darin 27,74 % K_2SO_4), Kryställchen von Gyps und Steinsalz, sowie rothes Eisenoxyd ein. Die Analysen des Blödit ergaben I. Kern, II. Hülle eines Knollens, III. geglühtes Material:

	I.	II.	III.	Berechnet:
SO_3	46,35	46,69	46,42	47,90
MgO	12,59	12,60	12,49	11,98
Na_2O	17,20	16,98	—	18,56
Cl	0,99	0,56	0,48	—
H_2O	23,78	24,11	—	21,56
	100,91	100,94		

Der Wassergehalt stimmt nicht völlig mit der Formel, dürfte indess zum Theil mechanische Beimengung sein; das Verhältniss von $MgSO_4$ zu Na_2SO_4 entspricht eher dem Simonyit Tschermak's, mit dem das Mineral aber seiner leichten Verwitterbarkeit wegen nicht identificirt werden darf. Ausser in Knollen zusammengehäuft findet sich der Blödit auch zerstreut in kleinen unregelmässigen feinkörnigen Partien im Steinsalz, zusammen mit Polyhalitkörnern, Gypskryställchen und kleinen, lockeren, pseudomorphen Krystallen, an welchen sich die Formen des Gyps bestimmen liessen; in Salzsäure gelöst gaben sie starke Reaction auf

H_2SO_4 und CaO. Auch das umgebende Steinsalz wird von diesen Gemengtheilen sowie von Bläditpartien durchschwärmt. Bei dem Vorkommen im Haselgebirge bildet der Blödit theils regellose Gemenge mit Thon, stengeligem Gyps und Polyhalitkörnern oder er bildet mit den beiden letztern Mineralien zusammen Lagen im Thon. Dabei konnte constatirt werden, dass der Polyhalit bei Gegenwart von Steinsalz und Blödit selbst von viel Wasser nicht angegriffen wird, dass er jedoch in Abwesenheit derselben sich leicht in Wasser zersetzt, wobei Gypskryställchen anschiessen. Die Bläditvorkommnisse dürften concretionärer Natur sein. Der Ueberschuss an Magnesiumsulfat erklärt sich durch die grossen Mengen von MgO im mitausgeschiedenen Breunerit. Letzterer enthält kein CaO, welches zunächst die Schwefelsäure an sich genommen zu haben scheint. Erst nachher dürfte sich der Polyhalit und zuletzt der Blödit gebildet haben. Bei der Verwitterung wurde die Hülle zuerst matt und körnig, die rothen Putzen — Polyhalit — zerflossen, indem sich derselbe zersetzte. Bei der Verwitterung sich bildende Ausblühungen bestehen aus $MgSO_4$, so dass nach der Umlagerung das Na_2SO_4 vorwaltet, auch scheint durch das Freiwerden von aq aus der Umgebung Steinsalz gelöst zu werden, das sich zwischen die Blödit-Individuen hineinzieht.

Brucit mit Calcium-Magnesium-Strontiumcarbonat vom Steinpass bei Imst in Tyrol. Die Stücke sind dicht, rein weiss und haben die Härte von Kalkstein; die Substanz löst sich in kalter verdünnter HCl. Die Untersuchung ergab ein Gemenge von etwa $\frac{1}{3}$ Brucit und $\frac{2}{3}$ wenig Sr- und Mg-haltigem Kalkstein. Im Anschluss daran wurde ein Gurhofian vom Windhof bei Karlstätten untersucht, der gleichfalls als Gemenge erkannt wurde. Es zeigte sich, dass derselbe aus 4,80 % Serpentin, 1,48 % $Mg(OH)_2$, 3,89 % $MgCO_3$ und 89,00 % $CaCO_3$ mit einer Spur Sr besteht.

Realgar von Wolfsberg in Kärnten. Auf Absonderungsflächen von Holz aus Schurfschächten finden sich Aggregate aus Blättchen und Prismen von Realgar bestehend, welche als Neubildung aus dem Letten stammen, in welchem Holzpartien lagen. Arsenmetalle liessen sich allerdings in diesem nicht nachweisen, wohl aber in den anstehenden Gesteinen.

Mineralien von Truskawiec in Galizien*). Schwefel in wohlausgebildeten Krystallen bis 3 cm lang mit den Flächen {001}, {101}, {111}, {113}, daneben Knollen regellos verwachsener Krystalle. Steinsalz in grösseren Ozokeritmassen in einzelnen Krystallen eingewachsen oder auf Hohlräumen auskrystallisirt, vielfach mit thoniger Substanz. Die Kanten erscheinen oft gerundet, auch zeigen sich Aetzfiguren. Häufig sind negative Krystalle und andere Hohlräume mit Mutterlauge, flüssigen Kohlenwasserstoffen und Ozokerit erfüllt. Aragonit durch Erdöl bräunlich gefärbt von prismatischem Habitus mit den Flächen {010}, {110}, {011}. Calcit als Drusenauskleidung mit Schwefel und Aragonit verwachsen, 0,29 % $FeCO_3$, 2,18 % $MgCO_3$ enthaltend. Gyps theils in blätterigen Massen, theils in frei im Thon liegenden farblosen Krystallen, welche b {010}, f {110} und l {111} zeigen. Die drei letzten Mineralien gaben Strontiumreaction.

Mineralien vonKözép-hegy nördlich von Roszty nächst Czucsom bei Rosenau in Oberungarn. Rhodonit findet sich in einer bis 14 m mächtigen Linse im Thonglimmerschiefer. Er ist pfirsichblüthroth, dickblättrig und zeigt Spaltbarkeit nach drei Richtungen; Pleochroismus in dünnen Blättchen gering. Die Spaltbarkeit ist nach {110} vollkommen, nach {001} sehr

*) Vergleiche auch diese Zeitschr. 13, 525.

vollkommen. Das sehr reine Mineral ergab im Mittel aus zwei Analysen SiO_2 45,25; FeO 2,20; MnO 46,79; CaO 4,27; MgO 1,49. Ausserdem Spuren von Al_2O_3 und Na_2O, sowie zweifelhaft BaO. Eingewachsen findet sich ein Mangan-haltiger Granat, Pyrit und Baryt. Das Mineral zersetzt sich leicht zu Oxyden. Im Muttergestein liess sich noch ein durch Säuren leicht zersetzbares Mn-Silicat nachweisen, das selbst durch verdünnte Essigsäure angegriffen wird und sich daher nicht isoliren liess.

Quarz vom Nagyhegy bei Bereghszász. Krystalle von Quarz auf einem Tuff erscheinen hohl, indem sich an Stelle einer Prismenfläche oder der Spitze eine oft bedeutende Vertiefung einsenkt, deren Innenwände unregelmässig sind; vielleicht bildeten sich dieselben in einer Mutterlauge, welche nicht hinreichend war, den ganzen Krystall zu bedecken.

Siderit im Opal von Nagy Laáz im Ungher Comitate. In eisenreichen Opalen aus Trachyttuffen finden sich Hohlräume mit braunen, linsenförmigen Rhomboëdern ausgekleidet. Sie bestehen aus $FeCO_3$ mit wenig $MgCO_3$.

Ref.: E. Weinschenk.

31. J. Niedzwiedzki (in Lemberg): **Beitrag zur Kenntniss der Minerallagerstätte auf dem Felde Pomiarki bei Truskawiec in Galizien** (Verh. geol. Reichsanst. Wien 1888, 239). Im bituminösen grauen Thon kommen folgende Mineralien vor: Ozokerit, ähnlich dem von Boryslaw. Schwefel von gelber bis schwärzlichbrauner Farbe in ziemlich grossen Nestern, in deren Höhlungen er auskrystallisirt; die ganze Masse ist von Bitumen durchtränkt, so dass oft beim Anbrechen Erdöl hervorquillt. Ausserdem finden sich Mergelknauern, welche mit gelben Schwefelkrystallen besetzt sind. Gyps in grossen, theilweise krystallographisch begrenzten Individuen, mit Ozokerit verwachsen, und Bitumen, sowie Steinsalz umschliessend. Cölestin, feinkrystallinisch in lederbraunen, drusigen Knauern, welche 55,90 % SrO, 0,49 % CaO und 2,33 % Glühverlust ergaben. Aragonit in Nestern, kleinkörnig, aussen mit Zwillingen vom Molinatypus besetzt, sowie in concentrisch-faserigen Kugeln, theilweise mit Schwefel verwachsen. Die Kugeln zerfallen nicht selten in feine Nadeln und erscheinen dann von Calcit überrindet. Dolomit in kleineren Brocken von weisser Farbe, feinkrystallinisch, oft zu Pulver zerfallend. Die Vertheilung der Mineralien scheint, mit Ausnahme des Schwefels, welcher vorwiegend eine lagerartige Ausdehnung besitzt, unregelmässig zu sein.

Ref.: E. Weinschenk.

32. A. Brunlechner (in Klagenfurt): **Die Sphärenerze von Miess in Kärnten** (Jahrb. geol. Reichsanst. Wien 1888, 38, 311). In dem Erzlager finden sich neben Bleiglanz: Blende, Galmei, Eisenkies, Wulfenit, Cerussit, Anglesit, Greenokit, Goslarit, Gyps, Limonit, Hämatit und Calcit. In mit ockerigen Massen ausgefüllten Hohlräumen kommen theils frei, theils mit den Wandungen verwachsen Dolomitfragmente vor, welche eine gerundete Schale oder einen Kern von Galenit haben.

Dieselben werden in eine Anzahl Typen eingetheilt, je nach der Beschaffenheit des Kernes und der Schale, und daraus eine Theorie für die Entstehung dieser Erze hergeleitet.

Ref.: E. Weinschenk.

33. C. v. John (in Wien): **Ueber die Gesteine des Eruptivstockes von Jablonica an der Narenta** (Ebenda, 343). Im Laufe der Arbeit werden folgende Analysen gegeben: I. Plagioklas aus einem Gabbro aus der Mitte des Gesteinscomplexes — isolirt mit Thoulet'scher Lösung. II. Plagioklas aus einem Augitdiorit vom Südrande. III. Plagioklas aus einem Augitdiorit von der hinteren Kisowa bei Schemnitz.

	I.	II.	III.
SiO_2	46,80	53,50	57,50
Al_2O_3	33,50	29,65	25,45
Fe_2O_3	0,90	0,20	1,40
CaO	15,85	11,55	9,15
MgO	0,56	0,28	0,55
K_2O	0,21	0,77	0,89
Na_2O	2,23	4,67	4,65
Glühverlust	0,67	0,75	0,45
	100,72	101,37	100,04

Ref.: E. Weinschenk.

34. F. Seeland (in Klagenfurt): **Neues Mineralvorkommen am Hüttenberger Erzberge** (Verh. geol. Reichsanst. Wien 1888, 105). In einem Putzen chloritischer Masse, ½ m mächtig dem Urkalk eingelagert, finden sich kleine, braune, durchsichtige Krystalle und knieförmige Zwillinge von Rutil.

Ref.: E. Weinschenk.

35. A. Pichler (in Innsbruck): **Beiträge zur Mineralogie und Geologie Tirols** (Ebenda, 298). Eine halbe Stunde östlich von Sulferbruck findet sich in einem grauen, pyritreichen Quarzphyllit, namentlich gegen einen Gang feinkörnigen Diorits hin, Halotrichit in prachtvoller Entwicklung.

Ref.: E. Weinschenk.

36. E. Cohen (in Greifswald): **Ueber den Granat der südafrikanischen Diamantfelder und über den Chromgehalt der Pyrope** (Mitth. nat.-wiss. Ver. Neuvorpommern und Rügen, Greifsw. 1888, 20). Granat ist einer der charakteristischsten Begleiter der Diamanten in Südafrika; er bildet rundliche bis eckige Körner oder ist ganz abgerollt, dass er oft wie polirt aussieht. Theils ist er stark rissig mit in HCl löslichen, braunen Zersetzungsproducten auf den Sprüngen, theils frisch, stark glänzend und von wechselnder Farbe; tief weinrothe und hyacinthrothe Körner sind am häufigsten; sie lassen sich scharf trennen und wurden zur Analyse ausgewählt; spärlicher sind bräunlichgelbe Nüancen. Sie erwiesen sich alle als chromhaltig und bei der mikroskopischen Untersuchung als völlig isotrop und frei von Einschlüssen.

Die von Herrn C. Fischer unter Leitung des Verfs. ausgeführten Analysen I. und Ia. des weinrothen, II. und IIa. des hyacinthrothen ergaben:

	I.	Ia.	II.	IIa.
SiO_2	41,62	41,07	40,92	40,87
Al_2O_3	22,75	--	22,81	—
Cr_2O_3	3,02	2,90	1,52	1,44
FeO	12,15	12,09	13,45	13,24
MnO	0,39	0,34	0,38	0,38
CaO	5,28	5,07	4,75	4,65
MgO	16,20	—	16,43	—
	101,41		100,26	

Es liegen also typische Pyrope vor, zu welcher Species nach der qualitativen Probe auch die anderen Granaten der südafrikanischen Diamantfelder gehören. Ob das *Cr* als Oxydul oder als Oxyd vorhanden ist, ist schwer zu entscheiden, wahrscheinlich ist es, dass ein Theil wenigstens als Oxydul vorhanden ist, da ein Theil des *Cr* in II. durch *FeO* ersetzt wird. Berechnet man aus den Analysen das Verhältniss von $RO : R_2O_3 : SiO_2$ unter Annahme, dass Chrom als Oxyd resp. Oxydul vorhanden ist, so erhält man

	I.	II.
für CrO	3,091 : 0,970 : 3	3,105 : 0,983 : 3
- Cr_2O_3	2,923 : 1,054 : 3	3,020 : 1,026 : 3 .

Wenn man in beiden das *Cr* theils als Oxyd, theils als Oxydul annimmt, erhält man die beste Uebereinstimmung mit dem Verhältniss 3 : 1 : 3. Von früheren Analysen des Pyrop entsprechen nur wenige der Granatformel und es reichte das vorliegende Material nicht aus, die Oxydationsstufe des Chrom zu bestimmen.

Ref.: E. Weinschenk.

37. Pohlig (in Bonn): **Grüner Korund aus dem Siebengebirge** (Sitzber. niederrhein. Ges. f. Nat. u. Heilk. Bonn 1888, 7. Mai, 9. Juli). In metamorphischen Auswürflingen aus dem älteren Trachyttuff von Königswinter finden sich wohlausgebildete, bis 3 mm lange Krystalle von grünem Edelkorund. Dieselben zeigen das Prisma mit starker horizontaler Riefung und die Basis mit dreiseitiger Streifung, der Habitus ist theils lang, theils gedrungen prismatisch. Die Farbe geht von hellem Smaragdgrün bis zu tiefem Olivengrün und es ist oft die Färbung im gleichen Handstücke verschieden. Die Krystalle sind zu Gruppen vereinigt und lassen sich aus dem zerreiblichen Gesteine leicht herausnehmen. Später wurde dieselbe Varietät noch in einem Biotit-Andalusitgesteine gefunden, zusammen mit lichtblauem, violettem, weisslichem und fast farblosem Korund in den bekannten tonnenförmig sich verjüngenden Krystallen; daneben fanden sich auch dünne Blättchen von Korund, welche neben vorwaltender Basis das Hauptrhomboëder zeigen.

[Der Verf., welcher den grünen Korund als neuen Edelstein unter dem Namen »Chlorosapphir« einführen will, scheint die unter den ceylonischen Geschieben nicht allzu selten auftretenden, im Edelsteinhandel als »orientalischer Smaragd« bekannten Korundvarietäten nicht zu kennen. Ausserdem dürfte denn doch nicht so »zweifellos« sein, dass die Färbung der rothen Edelkorunde von Eisenoxyd bewirkt wird, da die Farbe des Rubins durchaus nicht auf Eisen, sondern vielmehr auf Chrom hinweist, wie ja auch die von Fremy künstlich dargestellten Rubine durch letzteres Metall ihre der natürlichen so überaus ähnliche Färbung erhalten. Anm. des Ref.]

Ref.: E. Weinschenk.

38. G. Link (in Strassburg i. E.): **Die Basalte des Elsass** (Mitth. Commiss. geol. Landesunters. Elsass-Loth. 1887, **1**, 49). I. Aus dem Limburgit von Reichenweier wurde ein lichtgelblicher Augit mittelst Klein'scher Lösung isolirt und dann durch verdünnte *HCl* gereinigt. Das spec. Gew. war bei $4^0 = 3,398$. II. Aus demselben Gestein isolirter Olivin, welcher bei 4^0 spec. Gew. $= 3,423$ hatte. III. Bräunlichgrüner Bronzit aus olivinfelsähnlichen Einschlüssen im gleichen Gestein. Pleochroismus c lichtmeergrün, a = b röthlichgelb, spec. Gew. bei $4^0 = 3,359$. IV. Licht bouteillengrüner, monosymmetrischer Augit aus denselben Einschlüssen, spec. Gew. bei $4^0 = 3,304$. Jeder der Analysen sind längere Discussionen über die Constitution des betreffenden Minerals beigefügt.

	I.	II.	III.	IV.
SiO_2, TiO_2	46,72	41,53	52,67	47,22
TiO_2		—	0,60	Spur
Al_2O_3	6,90	2,33	4,84	6,46
Fe_2O_3	3,31	0,58	2,07	—
FeO	3,30	10,27	5,11	4,37
MgO	16,10	43,60	32,82	15,99
CaO	21,36	—	1,55	20,75
Na_2O	0,87	1,69 (Na_2O + K_2O)	0,94 (Na_2O + K_2O)	2,41
K_2O	0,82			2,64
	99,38	100,00	100,60	99,84

Ref.: E. Weinschenk.

39. A. Osann (in Heidelberg): **Beitrag zur Kenntniss der Labradorporphyre der Vogesen** (Abhandl. zur geol. Specialkarte von Elsass-Lothr. 1887, **3**, Heft 2). Folgende Analysen von Gesteinsgemengtheilen finden sich in der Arbeit: I. Plagioklas aus dem braunen Porphyr des Rimbachthales, Auslöschungsschiefe auf $0P$ 5—6°, auf $\infty\breve{P}\infty$ 19—20°, spec. Gew. = 2,697. II. Augit aus demselben Gestein. III. Augit aus dem grünen, dichten Porphyr oberhalb der Barnabasbrücke bei Murbach.

	I.	II.	III.
SiO_2	54,09	49,81	49,53
Al_2O_3	28,98	0,92	5,53
Fe_2O_3	0,94	7,53	4,15
FeO	—	7,69	6,50
CaO	9,13	18,93	19,59
MgO	—	13,08	13,89
K_2O	1,19	1,26 (K_2O + Na_2O)	1,33
Na_2O	5,19		
	99,52	99,22	100,52

Ref.: E. Weinschenk.

40. F. v. Sandberger (in Würzburg): **Ueber Lithionitgranite mit besonderer Rücksicht auf jene des Fichtelgebirges, Erzgebirges und des nördlichen Böhmens** (Sitzungsber. math.-physik. Cl. k. b. Acad. München 1888, 423).

Bei der Verwitterung des im Fichtelgebirge und Erzgebirge die Grundlage der jüngeren krystallinischen Schiefer bildenden Gneisses

Glimmer schwarze, magnetitähnliche Körnchen wahrnehmen, welche aber unmagnetisch sind und sich in Königswasser nicht lösen, die qualitative Analyse giebt neben viel Zinn noch Eisen und Mangan. Im Grus finden sich ausserdem Krystalle von Zirkon, Rutil, Turmalin, Magnetit und Augit, welche schon im frischen Gestein zu bemerken waren, sowie Anatas. In dem oft sehr mächtigen Gneissgrus namentlich am Ostrande des Granitzuges wurde überall schwarzer Zinnstein gewaschen und es giebt auch im erzgebirgischen Gneissgebiete Zinnseifen, wenn auch seltener als im Granit. Die Zinnerzkörnchen stammen, ihren Begleitmineralien nach zu schliessen, jedenfalls nicht von den nur bei Weissenhaid und Schönlind unweit Weissenstadt in einem Glimmerschiefer-ähnlichen Gneiss abgebauten Zinnsteingängen.

Im Lithionitgranit findet sich ausser dem schon früher beschriebenen dunkeln Protolithionit ein fast schwarzer Glimmer, welcher im porphyrischen Granit am Schönlinder Schlossberg bei Röslau im Fichtelgebirge mit Quarz grobblätterige Ausscheidungen bildet. Die Analyse (von Dr. Böttger in Erlangen ausgeführt) ergab: SiO_2 36,260; TiO_2 1,722; ZnO_2 0,256; Al_2O_3 13,391; Fe_2O_3 11,512; CuO 0,042; PbO 0,011; FeO 14,945; MnO 0,598; MgO 7,146; CaO 0,423; K_2O 7,285; Na_2O 2,446; Li_2O 0,206; H_2O 3,320; Fl 0,525; nebst Spuren von B_2O_3, As, Co, Ni, Sb, Bi und vielleicht W. In Folge des hohen Mg-Gehaltes schmilzt der Glimmer schwer. Die Analyse (Dr. Böttger) eines Orthoklaszwillings aus dem glimmerreichen, grob porphyrartigen Granit vom Strehlenberg bei Markt Redwitz vom spec. Gew. = 2,56 ergab: SiO_2 63,81; Al_2O_3 19,06; Fe_2O_3 0,42; K_2O 12,22; Na_2O 2,56; CaO 0,59; H_2O 0,55. In Feldspathen aus dem Granit des grossen Kornbergs wurden bestimmt CaO 1,12; Na_2O 5,19; K_2O 8,48; aus dem von Schneeberg CaO 1,27; Na_2O 3,27; K_2O 10,54; aus dem von Platten in Böhmen CaO 0,63; Na_2O 5,19; K_2O 9,65; daraus folgt, dass man es meist mit perthitischen oder auch regelmässigen Verwachsungen von Orthoklas und Plagioklas zu thun hat, welch letzterer bald Oligoklas, bald fast kalkfreier Albit ist. Der lichte Glimmer ist optisch zweiaxig, mit grossem Axenwinkel, ein echter Kaliglimmer, die Analyse desjenigen aus dem mittelkörnigen Granit vom kleinen Kornberg (Dr. Böttger) ergab: SiO_2 47,95; Al_2O_3 30,26; Fe_2O_3 2,43; FeO 3,10; CaO 0,98; MgO 0,94; K_2O 10,25; Na_2O 2,00; Li_2O Spur; H_2O 2,85. In dem Kaliglimmer aus dem Granit der Luisenburg fanden sich ausserdem Cu und Zn; er verwittert viel schwerer als der dunkle »Protolithionit«.

Drusenräume sind im Protolithionitgranit nicht gerade häufig und erreichen nie ansehnliche Dimensionen; die hauptsächlichsten Vorkommnisse dieser Art gehören dem Fichtelgebirge an, so namentlich am Epprechtstein bei Kirchenlamitz, sowie bei Selb und dem Kapellenberge bei Schönberg. Aber auch in der Gegend von Eibenstock, Karlsbad und am Greifenstein bei Geyer kann man solche beobachten. Eine Grenze zwischen den Mineralaggregaten und dem umschliessenden Granit ist meist nicht zu bemerken, auch fehlt sehr häufig, ausser am Epprechtstein und Greifenstein ein Hohlraum, in welchem sich Krystalle hätten ausbilden können; so zeigen z. B. die sog. »Turmalinsonnen« fast nie Hohlräume. Am besten aufgeschlossen ist das Vorkommen von Epprechtstein. Gegen die Druse hin wird der Granit grobkörniger und ärmer an Glimmer, der hier stets Zinnwaldit ist, wobei Quarz und Orthoklas, theils Schriftgranit-ähnlich, theils unregelmässig verwachsen, die Grundlage der Druse bilden. Am Rande dieser Lage ist oft Arsenikkies in erbsengrossen Körnern eingewachsen, darauf folgt braun durchscheinender Turmalin theils in »Sonnen«, theils selten in beginnen-

der Pseudomorphose nach Feldspath; dann folgt meist grünlichgrauer, secundärer Glimmer, welcher auch dicke Umhüllungen und hohle Pseudomorphosen nach Orthoklas bildet. Sehr flächenreicher Albit ist die nächste Bildung, sowie Flussspath und ihn bedeckt ein zweites Glimmer-ähnliches Mineral, echter Gilbertit, welcher auf Zinnwaldit und in Pseudomorphosen nach diesem meist mit nadelförmigem Turmalin verwachsen vorkommt. Beide werden nicht selten von Rauchtopas und Quarz umhüllt. Ausserdem finden sich: graulichgrüner Apatit, traubiger Hyalit, Lithiophorit, Kalkuranglimmer, Kupferuranglimmer, sowie vereinzelt nadelförmiger Zinnstein und Wolfram.

Der Orthoklas zeigt selten einfache Krystalle in den Combinationen $\{110\}$ $\{001\}$ $\{\bar{1}01\}$ $\{010\}$; oder $\{110\}$ $\{010\}$ $\{001\}$ $\{021\}$ $\{\bar{1}01\}$ $\{\bar{1}11\}$, sowie zuweilen $\{\bar{1}12\}$. | Die ausschliesslich nach dem Bavenoer Gesetz gebildeten Zwilling sind in bekannter Weise verkürzt und erreichen oft beträchtliche Grösse; sie sind weissfleischfarben, spec. Gew. $= 2,528$. Die Analyse (Dr. Pecher) ergab: SiO_2 62,84; Al_2O_3 19,12; Fe_2O_3 Spur; CaO 1,65; BaO 0,29; MgO 1,66; K_2O 11,80; Na_2O 2,36. Mikroskopisch ergaben sich feine, mikroperthitische Einlagerungen eines triklinen Feldspaths sowie von Quarz. Der Quarz tritt in schmutziggrauen Krystallen mit $\infty R . \pm R$,. zuweilen auch $2P2$ und $\frac{5}{3}P\frac{5}{3}$ *) auf, er entfärbt sich beim Glühen unter Entwickelung eines bituminösen Geruchs.

Der Zinnwaldit erscheint in ziemlich grossen, einzelnen Krystallen oder in blumigblättrigen Aggregaten, seine Farbe ist gelblichgrau, er schmilzt vor dem Löthrohre unter tief carminrother Färbung der Flamme leicht zu schwärzlichem Glase.

Der Turmalin zeigt, namentlich bei Selb, schöne Krystalle mit den Formen $\frac{1}{2}(\infty R) . \infty P2 . R . -2R$. Dünne Nadeln sind durchsichtig rothbraun $\parallel c$, indigoblau $\perp$ dazu. Das spec. Gew. des Turmalin vom Epprechtstein ist 3,207 bei 4°. Er schmilzt vor dem Löthrohre mit schwach purpurrother Flammenfärbung zu schwarzem Email. Derselbe dürfte hier als secundäre Bildung zu betrachten sein, wie ja Pseudomorphosen von Turmalin nach Feldspath aus Sachsen und Cornwall bekannt sind. Der später gebildete und mit Gilbertit verwachsene, fein nadelförmige Turmalin scheint sich von diesem nicht zu unterscheiden.

Der nun in der Reihenfolge der Bildung der Drusenmineralien folgende ältere secundäre Glimmer ist wahrscheinlich gleichzeitiger Entstehung mit dem Albit. Sie umhüllen beide den Orthoklas und breiten sich auch über die angrenzenden Mineralien aus. Der Glimmer ist theils ein hauchartiger Anflug, theils in scheinbar hexagonalen Krystallen mit oft vertiefter Basis, theils in strahlig blätterigen Aggregaten, licht grünlich oder durch Brauneisen gelblich gefärbt, dem Orthoklas aufgestreut. Die Krystalle des letzteren werden gleichzeitig auf Haarrissen umgewandelt und ausgelaugt, so dass selten selbst hohle Pseudomorphosen entstehen. Die Glimmerkrystalle sind optisch zweiaxig. H. $= 2,5$. Spec. Gew. $= 2,825$ bei 4°. Sie schmelzen vor dem Löthrohre unter gelber Flammenfärbung zu weissem Email und verlieren beim Glühen nur 0,25 %. Die qualitative Analyse ergab die Abwesenheit von Wasser. Das Mineral ist ähnlich dem der Bavenoer, Hirschberger und Striegauer Drusen. Die Umwandlung aufgewachsener Orthoklaskrystalle in Glimmer wurde zuerst von G. Rose aus den Drusen des Granits zwischen Hirschberg und Lomnitz im Riesengebirge beschrieben. Den secundären Glimmern

---

*) Ohne Winkelangaben. Der Ref.

am nächsten steht der Onkonsin Kobell's, Pinitoid Knop's und primitiver Kaliglimmer aus Bengalen. Die aus Orthoklas gebildeten secundären Glimmer fühlen sich fettig an, sind nicht elastisch und werden durch H_2SO_4 vollständig zersetzt; man könnte sie als »Onkophyllite« bezeichnen. Bei ihrer Bildung wird Kieselsäure und Kali frei, erstere findet sich überall als Hyalit wieder. Albit farblos-schneeweiss ist in den Drusen des Epprechtsteins sehr häufig auf Orthoklaskrystallen orientirt; {010} des Albit liegt dann ‖ {001} und {110} des Orthoklas. Derselbe ist zweifelsohne aus dem Orthoklas hervorgegangen, in welchen er oft tief hineinwächst; oft wird der Raum des ursprünglichen Krystalls durch der basischen Spaltbarkeit des Orthoklas ‖ gelagerte Fächer, welche durch Hohlräume getrennt sind, gebildet. Einfache Krystalle wurden an dem Albit nicht beobachtet, sondern nur Zwillinge und Viellinge der Combination {010} {001} {1$\bar{1}$0} {110} {$\bar{1}$01} {$\bar{2}$01} {1$\bar{3}$0} {130} {0$\bar{2}$1} {021} nach {010} verwachsen; häufig sind auch Doppelzwillinge, seltener sind letztere zu dreifachen mit gemeinsamem {001} vereinigt. Er schliesst nicht selten Blättchen des jüngeren secundären Glimmers, sowie Bruchstücke von Turmalin ein. Lichtviolblauer bis grünlichblauer Flussspath mit oft deutlicher Fluorescenz findet sich in einzelnen Krystallen oder Gruppen auf dem älteren Glimmer, seltener auf Quarz. Dieselben zeigen {111} oder {100} mit zurücktretendem {111} und {110}, selten {hkl}. Einmal wurde ein wasserheller Würfel gefunden, dessen Ecken dieselben dunkelviolblauen Zeichnungen zeigen, wie die von Kenngott von Zinnwald beschriebenen. Gleichzeitig dürfte der feinnadlige, rothbraune, stark pleochroitische Turmalin und die zweite secundäre Glimmer-ähnliche Substanz, der Gilbertit, gebildet sein. Letzterer bildet sechsseitige Tafeln, ist durchsichtig, optisch zweiaxig und zeigt auf {001} Perlmutter-, sonst Fettglanz; er findet sich nur in der Nähe und in Pseudomorphosen nach Zinnwaldit, seltener aufgewachsen und eingeschlossen in dem jüngeren Rauchquarz. Vor dem Löthrohre schmilzt er unter Aufblähen und schwachrother Flammenfärbung leicht zu weissem, blasigem Glase. Durch Glühen verliert er 1,17 %. Wird von H_2SO_4 vollständig, von HCl und HNO_3 nur theilweise zersetzt. Den Cornwallischen Gilbertiten steht jedenfalls dieses Vorkommniss sehr nahe. Der Zinnwaldit verliert bei dieser Umbildung Eisen, Lithium, Fluor und Zinnsäure fast ganz. Letztere setzt sich wahrscheinlich als feinnadelförmiger Zinnstein wieder ab, welcher im durchfallenden Lichte farblos, zu Büscheln gruppirt und nicht unterscheidbar von jenem ist, welchen man beim Auflösen der schwarzen Freiberger Blende in Königswasser als Rückstand erhält. Die seltenen Kryställchen enden in spitzen Doppelpyramiden wie das Cornwallische Nadelzinn. Ausserdem fand sich ein plattgedrückter, auf {100} stark gestreifter Krystall von Wolframit der Combination {100} {110} {011} {$\bar{1}$02}. Nicht sehr selten sind graulich-grüne Krystalle von Apatit, welcher einmal auch Nadeln von Zinnstein eingeschlossen hatte. Combination: {0001} {10$\bar{1}$0} {11$\bar{2}$0}, selten {10$\bar{1}$1} {10$\bar{1}$2} {11$\bar{2}$1}. Der Apatit ist ein Chlorapatit, welcher etwas MnO und FeO enthält. Hyalit in durchsichtigen Krusten überkleidet oft alle anderen Mineralien, die eventuell auswittern, so dass hohle Pseudomorphosen entstehen; auch Krystalle von Rauchquarz sind von ihm überzogen. Gewisse in Tröpfchen und kleintraubigen Aggregaten, sowie in dünnen Ueberzügen von schwarzer Farbe auftretende, an Mangan und Lithium reiche Substanzen dürften als Lithiophorit anzusehen sein. Sie bilden oft auch grössere Nester im Schutte des Granits und verkitten diesen; darüber finden sich gelbe Täfelchen von Kalkuranglimmer und scharfe Kryställchen der Combination {001} {111} von Kupferuranglimmer. Die Mineralien, welche in dieser

klar ausgesprochenen Reihenfolge die Drusen am Epprechtstein bilden, finden sich theilweise auch in den kleinen des Kapellenberges bei Schönberg (Sachsen), sowie in denjenigen des Eibenstocker Granitmassivs und in der Gegend von Karlsbad wieder. Am Greifenstein bei Geyer finden sich ausser blassvioletten Apatiten, welche oft ganz von Nakrit umhüllt sind, Turmalin, Topas, Arsenikkies, Wolfram, Zinnstein und Molydänglanz. Ganz analog mit diesen Vorkommnissen sind die Drusen von Striegau und Baveno ausgebildet, bei welchen sich auch die gleiche Reihenfolge der Mineralbildung constatiren lässt. Die ersteren enthalten ausserdem noch Strigovit, Chlorit, Epidot, Axinit, Chabasit, Stilbit, Desmin, Laumontit, Prebnit und Calcit, zu welchen bei den letzteren noch Datolith, Gadolinit?, Babingtonit und Scheelit kommen.

Die Mineralien der Drusen in den Lithionitgraniten lassen sich also als Auslaugungsproducte des Nebengesteins ansehen. Der Unterschied von den Zinnerzgängen besteht hauptsächlich in dem Vorwiegen von Turmalin und Albit und in dem Zurücktreten von Zinnerz und Wolframit. Zum Vergleich soll hier eine Gangausfüllung im Greisen von Zinnwald im Erzgebirge in der Reihenfotge der Mineralausscheidung angeführt werden: 1. Quarz, 2. Zinnwaldit, 3. Zinnstein, 4. Wolfram, 5. Gilbertit, 6. Scheelit, 7. Flussspath, 8. Apatit, 9. Kupferuranglimmer, als Seltenheiten noch die jüngeren Mineralien: Bleiglanz gemengt mit Zinkblende, Zinnkies, Kupferkies, Kupferglanz und Zeunerit. Die Reihenfolge der hauptsächlichsten Mineralien ist ganz dieselbe wie am Epprechtstein.

Ref.: E. Weinschenk.

41. A. Leuze (in Stuttgart): **Beiträge zur Mineralogie Württembergs** (Jahresh. d. Ver. f. Naturk. in Württ. 1888, 115—130).

Baryt von Allmendingen: in Kalkspathausfüllungen der Klüfte und in benachbarten zersetzten Partien der Cementmergel (weisser Jura ζ), zum Theil lose, zum Theil auf Kalkspath aufgewachsen. Combination {001} {110} {010} in grossen blauen oder grauen Krystallen; Combination {001} {110} {010} {011} {102} {111} selten {118}, schwach bläulich; Combination {001} {110} {010} {011} {102} {104}? {105}? in kleinen, farblosen Krystallen. Die Färbung der meisten blauen Krystalle ist ungleichmässig vertheilt, indem sie auf zwei von {010} ausgehenden dreieckigen Sectoren fehlt oder durch schwaches Rosa ersetzt ist; die blauen Felder sind stark dichroitisch (bläulichgrün, rosa). Gleichzeitig geht von {010} oft eine Trübung aus, welche mit cavernöser Oberfläche der Krystalle verbunden ist.

Calcit von demselben Fundorte zeigt die Combinationen: 1) $\{10\bar{1}0\}$, $\varkappa\{01\bar{1}2\}$, $\varkappa\{10\bar{1}1\}$ $\varkappa\{3\bar{2}\bar{1}1\}$, $\varkappa\{02\bar{2}1\}$; seltener 2) $\varkappa\{02\bar{2}1\}$, $\varkappa\{3\bar{2}\bar{1}1\}$, $\varkappa\{32\bar{1}4\}$, $\{10\bar{1}0\}$.

Calcit von Blaubeuren. In Cementkalk des oberen weissen Jura, welcher Schnüre von blauem Chalcedon, wasserhelle Quarzkrystalle der gewöhnlichen Form und Gyps enthält, finden sich folgende Kalkspathformen: 1) $\varkappa\{02\bar{2}1\}$ mit Zwillingslamellen nach $\{01\bar{1}2\}$; 2) $\varkappa\{01\bar{1}2\}$, $\varkappa\{10\bar{1}1\}$, $\varkappa\{3\bar{2}\bar{1}1\}$, $\varkappa\{02\bar{2}1\}$, $\{10\bar{1}0\}$, Zwillinge nach $\{0001\}$.

Calcit von Thallingen bei Ulm zeigt die seltene Form $\varkappa\{4\bar{3}\bar{1}1\}$ mit $\{10\bar{1}0\}$, deren Messung allerdings wegen Rundung der Flächen auf mehrere Grade unsicher war.

Dasselbe Mineral erscheint in Drusen des Hauptmuschelkalkes bei Marbach

in Skalenoëdern $\varkappa\{32\bar{1}1\}$ mit untergeordneten $\varkappa\{02\bar{2}1\}$, $\varkappa\{01\bar{1}2\}$, $\{10\bar{1}0\}$, häufig Zwillinge nach $\{0001\}$.

Ref.: P. Groth.

42. A. Knop (in Karlsruhe): **Unbestimmte Silicate des Kaiserstuhls** (Ber. ü. d. 21. Vers. d. Oberrhein. geol. Ver. Stuttg. 1888, 13). Ein in Blasenräumen des Limburgit von Sasbach auftretendes secundäres, Nontronit-artiges Mineral, wahrscheinlich mit Saussure's »Sideroklept« identisch, bildet kugelige Massen von concentrisch-schaliger Zusammensetzung, oft braune mit grünen und gelben Schalen abwechselnd, während die radialstrahlige Structur des ursprünglichen Minerals ziemlich verwischt ist. Nach Auflösen des beigemengten Calciumcarbonates und Schlämmen ergab die nunmehr homogen erscheinende, lederbraune Masse die Zusammensetzung unter I.

Glasurit nennt der Verfasser einen bräunlichgelben, glasurartigen Ueberzug der Blasenräume, welcher aus wahrscheinlich optisch einaxigen Stengeln besteht, Protonontronit ein dunkellauchgrünes Mineral, welches, mit $CaCO_3$ gemengt, als grünlich-weisse, fettige, etwas strahlige Masse bis nussgrosse Blasenräume ganz ausfüllt. Vom Carbonat durch Säure möglichst befreit, gab letzteres Mineral die Analysenresultate II.

	I.	II.
SiO_2	51,20	48,52
Al_2O_3	8,29	5,94
Fe_2O_3	19,62	—
FeO	—	6,00
MgO	4,04	24,72
MnO	0,25	0,59
CaO	—	2,79
H_2O	16,80	10,70
	100,20	99,26

Mit dem Namen »Episphärit« bezeichnet Verfasser einen noch nicht näher untersuchten Zeolith, welcher in weissen, radialfaserigen Kügelchen auf Natrolith im Phonolith bei Oberschaffhausen vorkommt.

Ref.: P. Groth.

43. A. Leuze (in Stuttgart): **Kalkspäthe aus Graubünden** (Ebenda 20—28). Im Val Nalps, welches bei Sedrun in das Tavetsch mündet, finden sich basische, dreiseitig gestreifte Kalkspathtafeln, umrandet von einem Skalenoëder, wahrscheinlich $\varkappa\{32\bar{1}1\}$, und oft nach $\{01\bar{1}2\}$ durcheinander gewachsen, also ähnlich dem Vorkommen im benachbarten Maderaner Thal. Aehnliche Tafeln, durch $\varkappa\{10\bar{1}1\}$ und $\varkappa\{01\bar{1}2\}$ begrenzt, kommen von St. Antoni und vom Trumtobel bei Sedrun, letztere ebenfalls häufig in Zwillingsstellung.

In den Bündner Schiefern bei Churwalden wurden folgende Calcit-Combinationen beobachtet: 1) $\varkappa\{10\bar{1}1\}$, dessen Polkanten breit abgestumpft durch $\varkappa\{01\bar{1}2\}$, während Pol- und Mittelkanten zugeschärft werden durch zwei Skalenoëder, wahrscheinlich $\varkappa\{43\bar{7}5\}$ und $\varkappa\{65\bar{1}1\}$: diese Pyramidenrhomboëder erreichen 0,1 m Durchmesser; 2) $\{0001\}$ begrenzt von $\varkappa\{10\bar{1}1\}$ und $\varkappa\{01\bar{1}2\}$, häufig mit rhomboëdrischen Ueberwachsungen und mit Zwillingsbildung nach $\{0001\}$ und $\{01\bar{1}2\}$.

Ref.: P. Groth.

44. Derselbe: Pseudomorphosen von Kalkspath nach Aragonit von Burgheim bei Lahr (Ebenda 28). Im Oolith genannten Fundortes beobachtet man spiessige Krystalle der Aragonitcombination {9.12.2} {061} von 2—3 cm Länge, unten bis 1 cm dick, welche aus einer durch Brauneisen enthaltenden Thon gefärbten Rinde von krystallinischem Calcit, innen mit reinem körnigem Kalkspath, der zuweilen Drusen bildet, bestehen.

Ref.: P. Groth.

45. V. von Ebner (in Graz): **Ueber das optisch-anomale Verhalten des Kirschgummi und des Traganthes gegen Spannungen** (Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien 1888, 97 (2), 39—50). Kirschgummi wird in Wasser gelöst und der durch Tuch gepresste dickflüssige Schleim in flachen Gefässen getrocknet; die so erhaltenen Membranen sind in Folge der Spannung positiv einaxig, mit senkrecht zur Oberfläche stehender Axe. Solche Membranen werden durch 24stündiges Liegen in $\frac{3}{4}$ Alkohol, $\frac{1}{4}$ Wasser elastisch biegsam und zeigen nun durch einseitige Spannung eine starke negative Doppelbrechung, welche beim Nachlassen der Dehnung verschwindet, wenn die Elasticitätsgrenze nicht überschritten war. Dasselbe, dem des Glases und der Gelatine entgegengesetzte Verhalten zeigt sich auch an Querschnitten aus solchen Membranen. Durch Druck wird dagegen der Kirschgummi positiv doppeltbrechend, und dementsprechend zeigen gebogene Stäbchen an der concaven Seite ein Steigen, an der convexen ein Sinken der Interferenzfarbe eines eingeschalteten empfindlichen Gypsblättchens. In demselben Sinne, aber weit stärker, reagiren aus Traganthschleim hergestellte Membranen, welche starke Dehnung gestatten; setzt man diese über eine gewisse Grenze fort, so wird anscheinend die Doppelbrechung nicht mehr vermehrt, d. h. die Interferenzfarbe ändert sich nicht; es rührt dies jedoch von der erheblichen Abnahme der Dicke her.

Ref.: P. Groth.

46. H. Ambronn (in Leipzig): **Ueber das optische Verhalten der Cuticula und der verkorkten Membranen** (Ber. d. d. botan. Ges. 1888, **6**, 226—230). Bei Fortsetzung seiner Untersuchungen (vergl. diese Zeitschr. **18**, 436) über das optische Verhalten von Membranen mit eingelagerten doppeltbrechenden Substanzen fand der Verf., dass Färbungen mit Methylenblau und Magdalaroth die umgekehrten Absorptionsverhältnisse hervorrufen, als sie l. c. angeführt sind. Damit übereinstimmend ist die Absorption, welche nadelförmige Kryställchen dieser Farbstoffe für sich hervorbringen, die entgegengesetzte von derjenigen der Kryställchen der früher benutzten Farbstoffe. Denselben Gegensatz zeigen Congoroth und Methylenblau, wenn man sie unter gelindem Drucke auf eine Glasplatte aufstreicht, indem sich ersteres wie frysaminsaures Kali, letzteres wie Indigcarmin verhält (vergl. diese Zeitschr. **5**, 588). Wachs- und fettartige Körper, welche durch ihre Einlagerung in Membranen deren optische Eigenschaften modificiren, zeigen nun für sich beim Aufstreichen auf Glas ein Verhalten, welches dem des Kirschgummi (s. vor. Nr.) und nicht der Gelatine etc. entspricht.

Ref.: P. Groth.

47. J. H. L. Vogt (in Christiania): **Einige Bemerkungen über die Zusammensetzung der krystallisirten Schlacken** (Berg- u. Hüttenmänn. Zeit. 1888, Nr. 19, 21, 22 u. 24). Von den vom Verf. früher (s. diese Zeitschr. **11**, 320) untersuchten

Augitschlacken benutzt der Verf. hier die Analysen derjenigen, welche bei der mikroskopischen Prüfung einheitliche Beschaffenheit mit nur unwesentlichen Beimengungen von Glas etc. zeigten, zur Discussion der Frage, in welcher Verbindung in denselben die Thonerde vorhanden sei. Diese Analysen sind die folgenden: I. grobkrystallinische Hohofenschlacke von Sunnemo, bis 2 cm lange und 0,5 cm dicke Augitkrystalle, mit vereinzelten Spuren von Glas, analysirt von Särnström; II. dito von Carlsdal, analysirt von Wahlmanns; III. von Löfsjöen (Särnström); IV. dito von Sunnemo (Lundin); V. Hohofenschlacke mit Augit und Rhodonit nebst sehr wenig Glas von Hofors (Särnström).

	I.	II.	III.	IV.	V.
SiO_2	55,60	56,73	54,00	54,68	50,64
Al_2O_3	5,86	7,04	5,37	4,79	2,52
CaO	24,90	18,80	27,75	23,70	16,79
MgO	11,07	16,43	8,67	13,87	7,27
MnO	1,09	0,10	0,91	0,97	20,11
FeO	1,30	0,48	2,06	1,85	2,38
K_2O	—	—	0,51	—	—
Na_2O	—	—	0,53	—	—
	99,82	99,58	99,80	99,86	99,71

Die Berechnung dieser Analysen lehrt, dass hier Al nicht, wie in vielen natürlichen Augiten, als basisches Silicat vorhanden ist, sondern als sogenanntes Bisilicat. So ergiebt I. z. B. die Formel

$$\overset{II}{R}SiO_3 + \tfrac{1}{11}Al_2Si_3O_9$$

oder specieller ausgeführt:

$CaMgSi_2O_6 + \frac{1}{20}CaMnSi_2O_6 + \frac{2}{10}Al_2Si_3O_9 + \frac{1}{4} - \frac{3}{10}Ca_2Si_2O_6$. Aehnlich die übrigen. In allen ist das Verhältniss $Si : (\overset{II}{R} + \frac{1}{3}Al_2)$ so nahe $= 1:1$, dass die ganze Masse als Augit, nach obiger Formel zusammengesetzt, erstarren konnte. In denjenigen vom Verf. untersuchten Schlacken jedoch, welche einen geringeren Kieselsäuregehalt besitzen, schied sich nicht ein Augit von der chemischen Zusammensetzung der natürlichen, sondern Olivin oder ein Melilithähnliches Silicat aus; hierdurch stieg der Kieselsäuregehalt des Restes, so dass nun die Möglichkeit der Augitausscheidung gegeben war, falls nicht, wie in den meisten Fällen, die rasche Erstarrung zu einem Glase eintrat.

Künstlichen Magnesiaglimmer beobachtete der Verf. ferner in einer Hohofenschlacke von Marienhütte bei Zwickau in gelbbraunen, stark pleochroitischen, 3—5 mm grossen Blättern, deren Zusammensetzung ungefähr der eines Biotit, nämlich 42,20 SiO_2, 11,30 Al_2O_3, 5,92 $FeO + Fe_2O_3$, 2,29 CaO, 22,93 MgO, 1,40 ZnO, 0,30 Cu_2O, der Rest K_2O mit wenig Na_2O.

Ref.: P. Groth.

48. J. B. Mackintosh (in New York): **Notizen über einige natürliche Eisensulfate aus Chili** (Americ. Journ. Sc. 38, 242—245, Sept. 1889). Die untersuchten Stücke erhielt der Verf. von Herrn Prof. Egleston. Nähere Angabe über den Fundort und die Art des Vorkommens sind denselben nicht beigegeben.

1) Coquimbit. Drei Varietäten wurden analysirt:

I. (Nr. 1) Amethystfaben, krystallinisch, durchsichtig, spec. Gew. 2,07,
II. (Nr. 2) - derb, durchscheinend - - 2,086,
III. (N. 10) weiss, derb, undurchsichtig - - —

	I.	II.	III.	
SO_3	43,40	42,90		42,32
Fe_2O_3	22,17	26,10		28,10
Al_2O_3	4,39	1,65	SiO_2 / Al_2O_3	0,91
Na_2O	0,25	0,27		—
CaO / MgO	Spuren	Spuren		—
H_2O (Diff.)	[29,79]	[29,08]		[28,67]

Alle drei Analysen führen auf dieselbe Formel Fe_2O_3, $3SO_3$, $9H_2O$. Der Wasserverlust bei 110° betrug bei den drei Proben 5, 6 und $5\frac{1}{3}$ Moleküle. Bemerkenswerth ist, dass das bestkrystallisirte und durchsichtige Exemplar den geringsten Eisen- und grössten Thonerdegehalt besitzt, während das undurchsichtigste und derbe am eisenreichsten ist.

2) Copiapit. Das untersuchte Exemplar war derb und von gelber Farbe. Spec. Gew. 2,118. Die Analyse ergab:

SO_3	39,03
Fe_2O_3	29,16
FeO	1,55
Na_2O	0,31
H_2O	[29,94]

Diese Zusammensetzung entspricht der Formel:

$$91(2Fe_2O_3, 5SO_3, 18H_2O) + 22(FeSO_4, H_2O) + 5(Na_2SO_4, H_2O).$$

Der Wasserverlust bei 110° C. entspricht 1124 von den in obiger Formel enthaltenen 1663 Molekülen; oder ungefähr 12 Molekülen je eines $2Fe_2O_3.5SO_3.18H_2O$, also zwei Drittel des gesammten H_2O. Leichtlöslich in Wasser, sowohl vor, als nach dem Erwärmen auf 110°.

3) Römerit, braun, krystallinisch; spec. Gew. 2,15. Die Analyse ergab:

		Molekularverhältniss:
SO_3	40,19	50,24
Fe_2O_3	19,40	12,125
FeO	9,52	13,22
Na_2O	0,14	0,226
H_2O	[30,85]	171,39

Zieht man die dem vorhandenen Na_2O entsprechende Menge SO_3 ab, so wird das Molekularverhältniss 4 : 0,97 : 1,058 : 13,7 oder nahezu 4 : 1 : 1. Bei 110° C. wird der grösste Theil des Wassers abgegeben unter gleichzeitiger Oxydation des Eisenoxyduls. Das Mineral löst sich leicht in Wasser, nach dem Erhitzen jedoch nur noch theilweise.

4) Amarantit, ist von Copiapit begleitet, roth, krystallinisch; spec. Gew. 2.005. Analyse:

		Molekularverhältniss:
SO_3	36,15	2,0
Fe_2O_3	35,69	0,987
H_2O	[27,44]	6,75
Al_2O_3	0,21	0,009
Na_2O	0,51	0,036

Dies entspricht der Formel $Fe_2O_3.2SO_3.7H_2O$. Beim Erhitzen auf 110° C. werden 3,48 Moleküle H_2O ausgetrieben und der Rückstand hinterlässt eine geringe Menge unlösliches basisches Salz beim Lösen in Wasser.

5) Ein dichtes, zusammen mit Copiapit und Amarantit vorkommendes Mineral, wahrscheinlich aus letzterem entstanden. Bildet scharf begrenzte, in parallelen Lagen angeordnete Partien im Amarantit. Die Analyse ergab:

		Molekularverhältniss:
SO_3	41,24	2,001
Fe_2O_3	41,22	1,00
H_2O	[17,54]	3,78

Formel: $Fe_2O_3.2SO_3.4H_2O$. Wasserverlust bei 110° C. = 0,3 Molekül. Das Mineral unterscheidet sich vom Amarantit durch einen Mindergehalt von 3 Molekülen Wasser.

6) Ferronatrit. Dieses Mineral findet sich in sternförmigen Gruppen von blasser, weisslichgrüner Farbe, welche nahezu sphärische Klümpchen bilden; es gleicht im allgemeinen Ansehen einem hellen Wavellit und ist begleitet von Copiapit und Coquimbit. Analyse:

		Molekularverhältniss:
SO_3	50,25	6,281
Fe_2O_3	17,23	1,077
Al_2O_3	0,43	0,042
Na_2O	18,34	2,958
K_2O	0,40	0,042
SiO_2, etc., Unlösl.	2,00	
H_2O	11,14	6,189
	99,79	

Formel: $3Na_2O$, Fe_2O_3, $6SO_3$, $6H_2O$. Wasserverlust bei 110° C. = $5\frac{1}{2}$ Moleküle; der Rückstand löst sich leicht in Wasser. Das Mineral zeigt einige Verwandtschaft mit Sideronatrit, Urusit und Bartholomit, auch mit dem Kröhnkit, wenn man das Fe_2O_3 als die $3CuO$ ersetzend betrachtet.

Ferronatrit	$3Na_2O.Fe_2O_3.6SO_3.6H_2O$,
Kröhnkit	$3(Na_2O.CuO_2.2SO_3.2H_2O)$.

7) Eine Analyse eines weissen, pulverigen Minerals augenscheinlich, eines Zersetzungsproductes wie das folgende, ergab:

		Molekularverhältniss:
SO_3	38,00	6,25
Fe_2O_3	12,16	1,00
FeO	22,51	4,114
Na_2O	0,58	1,124
H_2O (Diff.)	26,75	19,55

Formel: $3FeO$, Fe_2O_3, $5SO_3$, $18H_2O$ + FeO, SO_3, H_2O oder: $4FeO$. Fe_2O_3, $6SO_3$, $19H_2O$. Wasserverlust bei 110° C. = 9,61 Moleküle. Eine Beziehung zum Copiapit wird angenommen und das Mineral als ein theilweise reducirter Copiapit betrachtet. Schreibt man den letzteren $2Fe_2O_3.5SO_3.18H_2O$ und nimmt man eine Substitution von $3FeO$ für $1Fe_2O_3$ und eine Addition von 1 Molekül Fe_2O_3 an, so hat man

$$3FeO.Fe_2O_3.5SO_3.18H_2O + FeO.SO_3.H_2O\ .$$

8) Analyse eines weissen Pulvers, mit dem vorigen Mineral zusammen sich findend.

	A.	Verh.:	B.	Verh.:
SO_3	47,90	599	45,61	570
FeO	30,81	428	35,05	487
Fe_2O_3	5,64	35	5,14	32
Al_2O_3	0,65	6	—	—
Na_2O	4,42	71	0,22	5
H_2O (Diff.)	10,58	588	13,87	770

Der Hauptbestandtheil der beiden untersuchten Körper ist ein Ferrosulfat mit einem Molekül Wasser, nämlich:

A. $428(FeSO_4, H_2O) + 71Na_2SO_4 + 40(2Fe_2O_3.5SO_3.4H_2O)$,
B. $487(FeSO_4, H_2O) + 5Na_2SO_4 + 16(2Fe_2O_3.5SO_3.18H_2O)$.

In ersterem beträgt die Menge des einfach gewässerten Ferrosulfates ungefähr 70 %, in letzterem ungefähr 78 %. Dieselbe Verbindung erscheint in den Copiapit-Analysen. Diese Form des Ferrosulfates ist weit beständiger, als Melanterit, welcher auch thatsächlich sehr leicht in diese Form übergeht durch Wasserentziehung unter Fernhaltung oxydirender Einflüsse.

Ref.: E. S. Dana.

Autorenregister.

Sachregister.

A.

B.

C.

D.

E.

F.

T.

U.

V.

W.

Berichtigungen.

Zum 10. Bande.

Seite 524 zu Solly »Orthoklas von Elba« ist zu ergänzen, dass Herr A. d'Acchiardi die Form {$\bar{1}\bar{0}$.8.1} bereits 1870 (N. Cimento u. Min. d. Tosc. II, 23, 24, 26 u. Fig. 2) am Orthoklas von San Piero beobachtet hat.

Zum 11. Bande.

Seite 202 Z. 5 von oben lies: »homogener einaxiger Krystall« statt »homogener zweiaxiger Krystall«.
- 324 - 23 - - - »$(RO)_3(SiO_2)_2$« statt »$(RO)_3(SiO_2)_3$.

Zum 17. Bande.

Seite 262 Zeile 20, 21 und 31 von oben lies: »Arsenite« statt »Arseniate«.
- 390 - 7 von unten lies:
»11. Triazoessigsäureäthyläther $C_3H_3N_6(CO_2.C_2H_5)_3$ dargestellt von Th. Curtius und S. Lang, Journ. f. prakt. Chem. 1888, 38, 540« statt »Diazoessigäther $(N_2CH_2CO_2.C_2H_5)_x$«.

Zum 18. Bande.

Seite 13 Zeile 12 von oben lies: »Natrophilits« statt »Lithiophillits«.
- 79 - 4 - unten - »nicht beibehalte« statt »beibehalte«.
- 79 Anmerk. vorletzte Zeile lies: »Unselbständigkeit« statt »Selbständigkeit«.
- 91 Zeile 5 und 8 von unten lies: »Molybdänhypooxyfluorid« statt »Molybdänhyperoxyfluorid«.
- 95 - 5 - 10 - oben - dito.
- 279 in der Notiz von R. Prendel fehlt in der Formel des Lactons ein C, dieselbe ist:

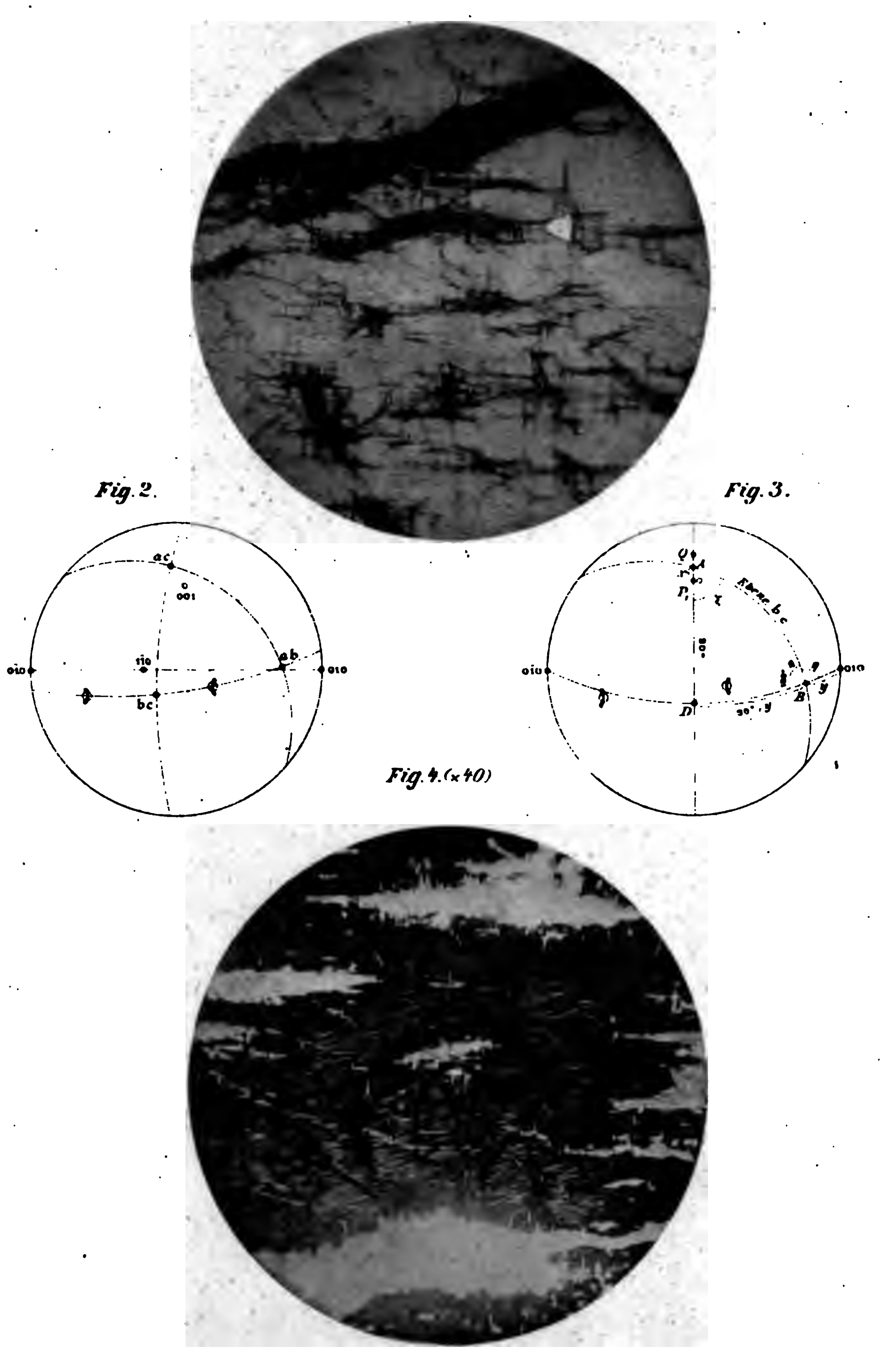
$$\begin{array}{c} CH_3 - C - CH_2 - C - CH_3 \\ CO.OH \quad O \;\text{---}\; CO \quad OH \end{array}$$

Nach briefl. Mitth. des Hrn. Prendel nimmt Herr Zelinsky indessen jetzt folgende Formel an:

$$\begin{array}{c} CO.OH \qquad OH \\ | \qquad\quad | \\ CH_3 - C - CH_2 - C - CH_3 \\ | \qquad\quad | \\ O \;\text{--}\; CO \end{array}$$

Seite 324 Zeile 2 von unten lies: »Areskutan« statt »Arekustan«.
- 423 - 11 - oben - »constituirt« statt »construirt«.
- 425 - 8 - - ergänze »II« über der 2. Analyse.
- 664 - 17 - unten - »Sulferbruck bei Klausen«.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.



Lith. Hubert Köhler München.

Berichtigungen.

Zum 10. Bande.

Seite 524 zu Solly »Orthoklas von Elba« ist zu ergänzen, dass Herr A. d'Achiardi die Form $\{\bar{1}0.8.1\}$ bereits 1870 (N. Cimento u. Min. d. Tosc. II, 23, 24, 26 u. Fig. 2) am Orthoklas von San Piero beobachtet hat.

Zum 11. Bande.

Seite 202 Z. 5 von oben lies: »homogener einaxiger Krystall« statt »homogener zweiaxiger Krystall«.
- 324 - 28 - - - »$(RO)_3(SiO_2)_2$« statt »$(RO)_3(SiO_2)_3$.

Zum 17. Bande.

Seite 262 Zeile 20, 21 und 31 von oben lies: »Arsenite« statt »Arseniate«.
- 390 - 7 von unten lies:
»11. Triazoessigsäureäthyläther $C_3H_3N_6(CO_2.C_2H_5)_3$ dargestellt von Th. Curtius und S. Lang, Journ. f. prakt. Chem. 1888, 88, 540« statt »Diazoessigäther $(N_2CH_2CO_2.C_2H_5)_x$«.

Zum 18. Bande.

Seite 13 Zeile 12 von oben lies: »Natrophilits« statt »Lithiophillits«.
- 79 - 4 - unten - »nicht beibehalte« statt »beibehalte«.
- 79 Anmerk. vorletzte Zeile lies: »Unselbständigkeit« statt »Selbständigkeit«.
- 94 Zeile 5 und 8 von unten lies: »Molybdänhypooxyfluorid« statt »Molybdänhyperoxyfluorid«.
- 95 - 5 - 10 - oben - dito.
- 279 in der Notiz von R. Prendel fehlt in der Formel des Lactons ein C, dieselbe ist:

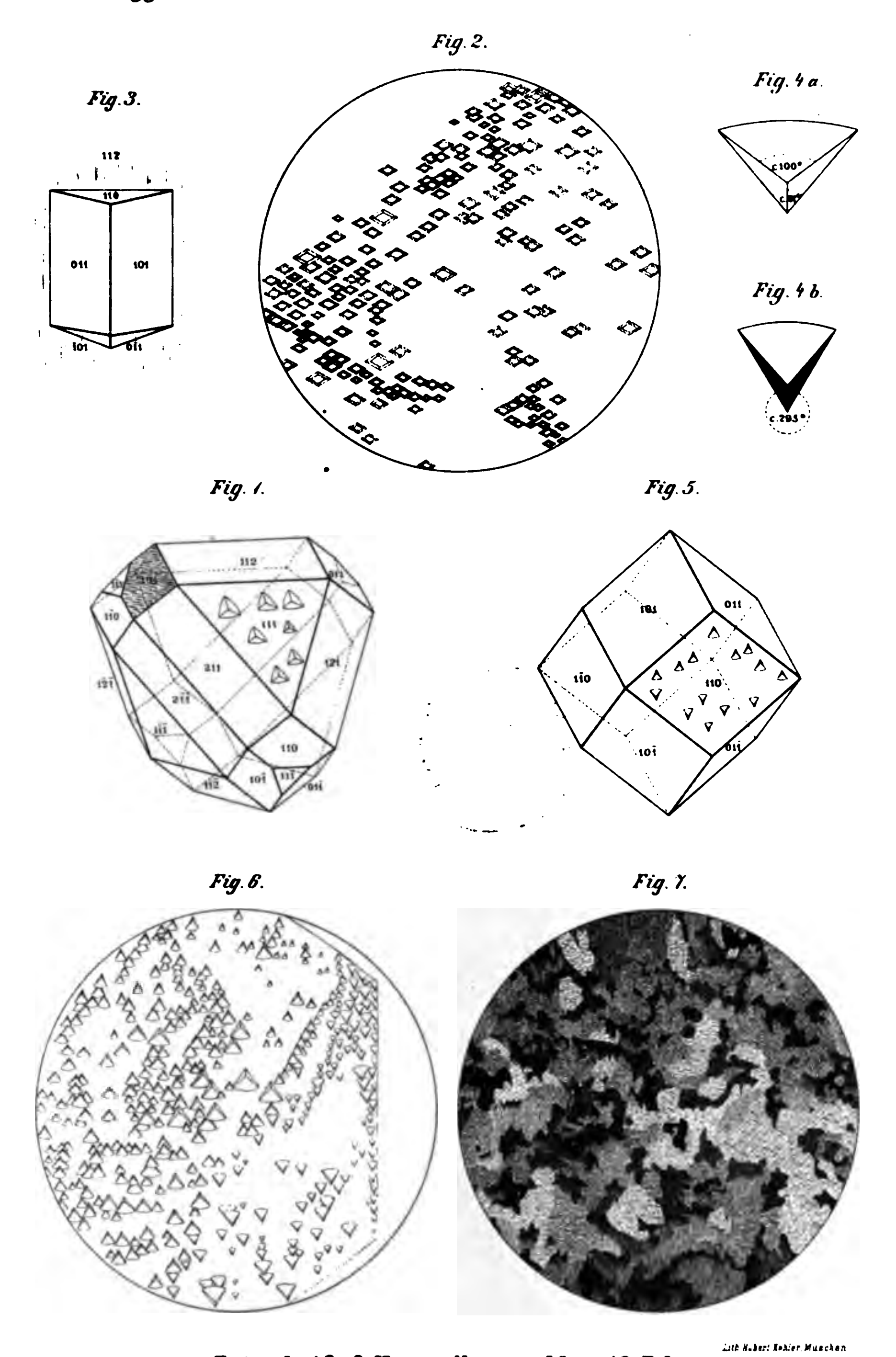
$$CH_3 - C - CH_2 - C - CH_3$$
$$\diagup\;\diagdown \qquad \diagup\;\diagdown$$
$$CO.OH \quad O \; . \; . \; CO \quad OH$$

Nach briefl. Mitth. des Hrn. Prendel nimmt Herr Zelinsky indessen jetzt folgende Formel an:

$$\begin{array}{ccccc} & CO.OH & & OH & \\ & | & & | & \\ CH_3 - & C & - CH_2 - & C & - CH_3 \\ & | & & | & \\ & O & & CO & \end{array}$$

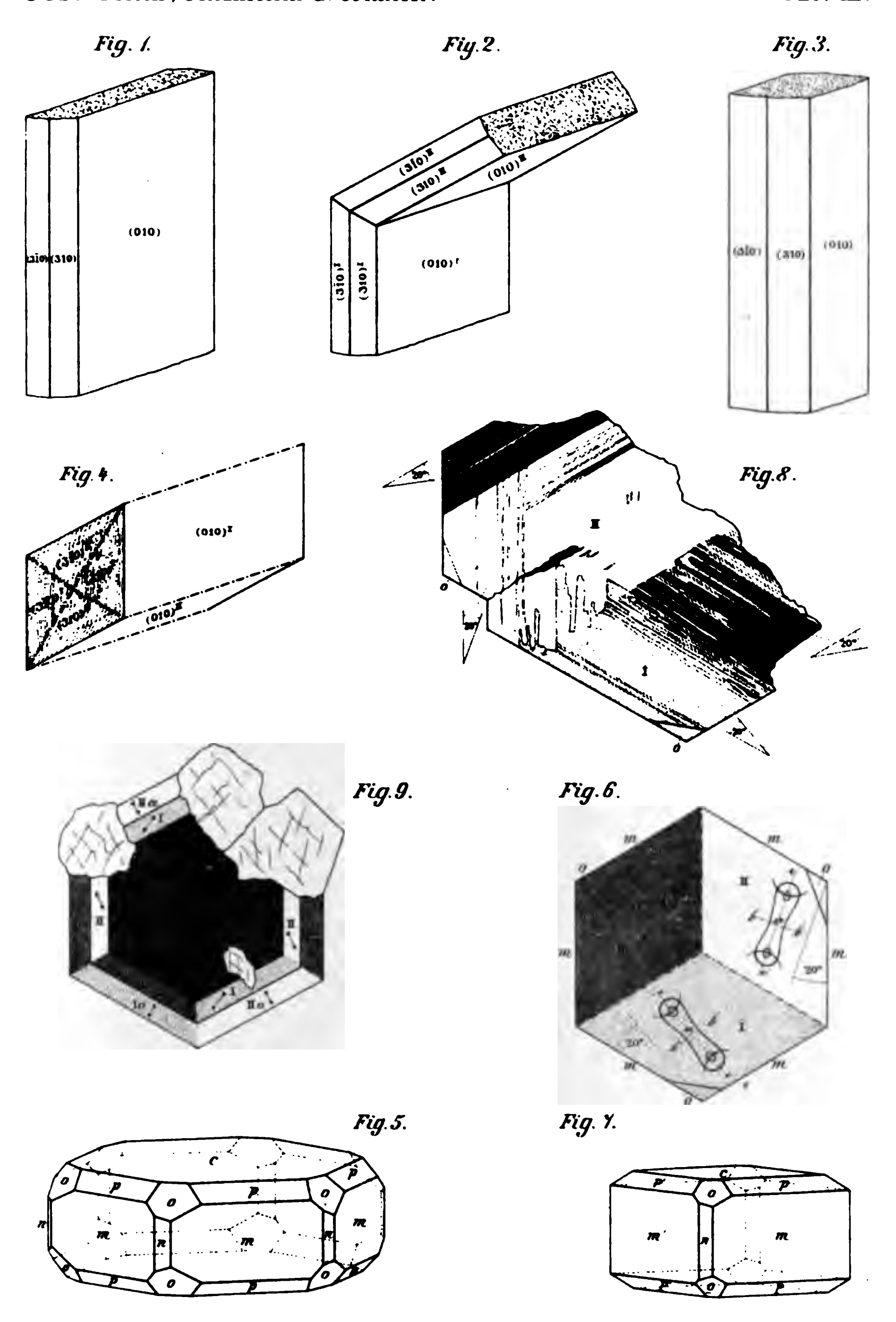
Seite 324 Zeile 2 von unten lies: »Areskutan« statt »Arckustan«.
- 423 - 11 - oben - »constituirt« statt »construirt«.
- 425 - 8 - - ergänze »II« über der 2. Analyse.
- 664 - 17 - unten - »Sulferbruck bei Klausen«.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.



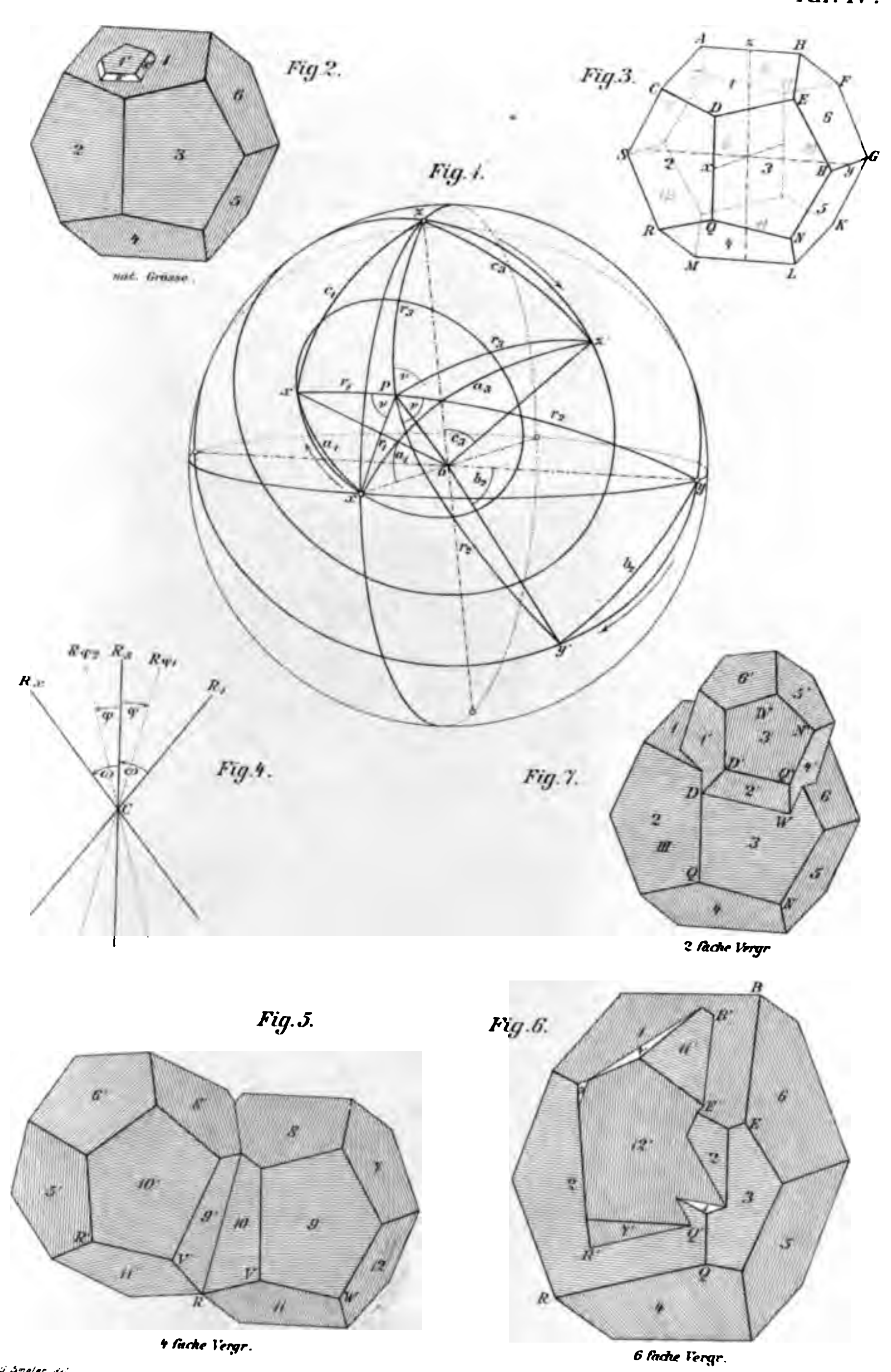
Lith. Hubert Köhler München


THE ASTOR LIBRARY
NY



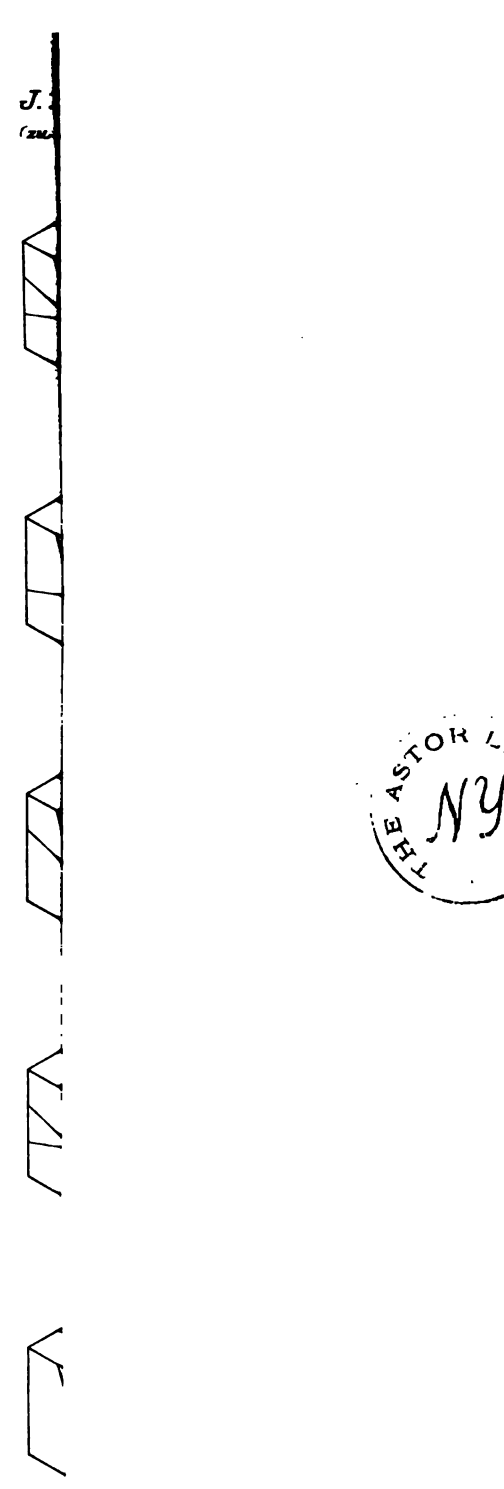
I - 4 Pinakiolith, 5 - 8 Trimerit, 9 Willemit.


THE ASTOR LIBRARY
NY



G. Smolař del. Lith. Robert Kohler München


THE ASTOR LIBRARY
NY




THE ASTOR LIBRARY
NY





